NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 00985485 6

*E.E
G413
Gesellschaft.

Digitized by Google

INDEXED

ABHANDLUNGEN
DER KÖNIGLICHEN GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN ZU GÖTTINGEN.
MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHE KLASSE.
NEUE FOLGE BAND VII. Nro. 1.

Ergebnisse der Arbeiten

des

Samoa-Observatoriums

der

Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.

I.

Das Samoa-Observatorium

von

Hermann Wagner
z. Z. Vorsitzendem des Kuratoriums.

Mit 9 Tafeln.

Berlin,
Weidmannsche Buchhandlung.
1908.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.
R 1911 L

Digitized by Google

Inhalt.

I. Hermann Wagner, Das Samoa-Observatorium. Mit 9 Tafeln.

II. O. Tetens und Fr. Linke, Die meteorologischen Registrierungen des Samoa-Observatoriums der Jahre 1902—1906. Mit 3 Tafeln und 25 Figuren im Text.

III. Franz Linke, Die Brandungsbewegungen und ein Versuch ihrer Anwendung in der praktischen Meteorologie. Mit 3 Tafeln.

IV. O. Tetens und Fr. Linke, Das Klima Samoas. Mit 3 Tafeln und 7 Figuren im Text.

Digitized by Google

Vorwort.

Die im Schoße der geophysikalischen Kommission der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften seit dem Jahre 1901 verfolgten Bestrebungen auf Errichtung einer überseeischen Station behufs Anstellung geophysikalischer Beobachtungen nach den in Göttingen angewandten Methoden und mit den gleichartigen Instrumenten haben Dank der Munifizenz der Reichsregierung und des Königlichen Preußischen Unterrichtsministeriums im Jahre 1902 zur Errichtung des „Geophysikalischen Samoa-Observatoriums“ in Apia geführt. Ursprünglich war es nur für die Dauer von etwa fünfviertel Jahren ins Auge gefaßt. Doch gelang es bald Mittel zu gewinnen, um es länger im Gang zu erhalten; zunächst bis zum Frühjahr 1909. Es hat daher schon ein mehrmaliger Wechsel der mit der Leitung der Arbeiten betrauten Observatoren stattgefunden und das Unternehmen ist naturgemäß über den ursprünglichen Rahmen hinausgewachsen.

Ueber die Begründung des Observatoriums und diese ersten Jahre seiner Entwickelung sind Nachrichten bisher nur in der Form kurzer Jahresberichte, die in den öffentlichen Frühjahrsitzungen unserer Gesellschaft erstattet wurden, in die Oeffentlichkeit gedrungen; auch konnten schon einzelne der Beobachtungsergebnisse von Seiten der Observatoren in den wissenschaftlichen Sitzungen vorgelegt werden.

Mit einer ausführlichen Darlegung der Vorgeschichte des Unternehmens und der Beschreibung der Einrichtung des Observatoriums sowie den Rechenschaftsberichten über die dortigen Arbeiten glaubten wir warten zu sollen, bis ein Teil der wissenschaftlichen Ergebnisse in abgeschlossener Bearbeitung vorläge.

Nachdem dieser Zeitpunkt in erfreulich kurzer Zeit nach Rückkehr unseres zweiten Observators, Dr. Fr. Linke, eingetreten ist, übergeben wir nunmehr in einem erzählenden Teil neben den ausführlichen Rechenschaftsberichten der beiden ersten Observatoren eine Darstellung der Umstände, welche zur Gründung des Observatoriums geführt haben, und eine Schilderung, in welcher Weise es sich weiter entwickelt hat.

Was die Ergebnisse der wissenschaftlichen Beobachtungen betrifft, so schien es zweckmäßig, mit der Veröffentlichung der meteorologischen zu beginnen,

Digitized by Google

weil diese allein sich auf den Zeitraum von über vier Jahren erstrecken. Daran schließt sich eine Untersuchung der 1905 und 1906 beobachteten mikroseismischen Bewegungen von Dr. Fr. Linke. Die weiteren Ergebnisse werden in gleicher Form je nach Fertigstellung in diesen Abhandlungen veröffentlicht werden.

Göttingen, den 21. Juni 1908.

Das Kuratorium des Samoa-Observatoriums.

H. Wagner. E. Riecke. E. Wiechert.

Digitized by Google

Inhaltsverzeichnis.

I. Vorgeschichte und bisherige Entwickelung des Samoa-Observatoriums. Von Hermann Wagner. Seite

1. Zur Vorgeschichte des Unternehmens 7
2. Die erste Ausrüstung und der Kostenaufwand bis zur Errichtung des Observatoriums . . 16
3. Das Samoa-Observatorium in den ersten Jahren seines Bestehens 18
4. Die Fortführung des Unternehmens seit 1904 20
5. Bisherige Verwendung der Mittel 26

II. Bericht über die Errichtung des Observatoriums in Apia und die Arbeiten der Jahre 1902—1904. Von Dr. Otto Tetens.

1. Vorbereitung und Ausreise 27
2. Die Errichtung der Station auf der Halbinsel Mulinuu in Apia 30
3. Die meteorologischen Beobachtungen 38
4. Erdmagnetische und seismische Beobachtungen 40
5. Entwickelung der Baulichkeiten 44
6. Gründung eines meteorologischen Stationsnetzes auf den Samoa-Inseln 45
7. Pegelbeobachtungen 48
8. Beobachtungen mit Drachen 49
9. Fortdauer des Observatoriums 49
10. Aufbruch und Abgabe der Leitung 51
11. Rückreise 53

III. Bericht über die Arbeiten des Samoa-Observatoriums in den Jahren 1905 und 1906. Von Dr. Franz Linke.

Einleitung: 55
1. Personal, Diensteinteilung, Kassenangelegenheiten 56
2. Bauliche Veränderungen 58
3. Erdmagnetische Arbeiten 62
4. Seismische Arbeiten 64
5. Luftelektrische Arbeiten 65
6. Meteorologie 66
7. Pegeldienst 69
8. Schlußbemerkungen 79

Digitized by Google

Verzeichnis der Tafeln.

Tafel I: Uebersichtskarte von Apia und der Halbinsel Mulinnu im Maßstab 1:26000.
Tafel II: Situationsplan des Samoa-Observatoriums 1906 im Maßstab von ca. 1:2700.
Tafel III: Figur 1. Wohnhütte des Observators 1904 nebst dem Kochhaus. — Figur 2. Eingang in das Observatorium von Mulinnu aus.
Tafel IV: Figur 1. Die astronomische Hütte und die Wohnhütten. — Figur 2. Anblick des Samoa-Observatoriums vom Meere aus.
Tafel V: Figur 1. Die seismische Hütte im Bau. — Figur 2. Die magnetischen Häuser.
Tafel VI: Figur 1. Anfstellung der meteorologischen Instrumente. — Figur 2. Meteorologische Hütte.
Tafel VII: Figur 1. Das neue Dienstgebäude des Samoa-Observatoriums von 1905. — Figur 2. Situationsplan des Samoa-Observatoriums nach der Erweiterung von 1906.
Tafel VIII: Figur 1. Das neue Häuschen für absolnte magnetische Messungen von 1907. — Figur 2. Das Innere des „absoluten Hauses."
Tafel IX: Die Aufstellung des Registrierpegels am Zollschuppen 1907.

Digitized by Google

Das Samoa-Observatorium der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.

Vorgelegt in der Sitzung vom 21. März 1908 von H. Wagner.

I

Vorgeschichte und bisherige Entwickelung des Observatoriums

von

Hermann Wagner.

1. Vorgeschichte des Unternehmens.

1. Sehr bald nach Errichtung des Göttinger „Instituts für Geophysik" im Jahre 1898 wandte sich der Leiter desselben, Professor E. Wiechert, dem Studium der Seismik zu, nach Möglichkeit in diesen Bestrebungen durch Mittel der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften unterstützt. Diese hatte kurz zuvor unter sich eine engere „Geophysikalische Kommission" gebildet, der außer den Sekretären der Mathematiker F. Klein, die Physiker E. Riecke, W. Voigt, W. Nernst, der Geolog A. v. Könen, der Geograph H. Wagner, der Astronom W. Schur angehörten, während der Geophysiker E. Wiechert sofort nach seiner Aufnahme in die Gesellschaft ihr beitrat.

Die seismische Forschung hatte bereits auf dem Kartelltage der vier deutschen Akademien, welcher 1897 in Leipzig tagte, Gegenstand der Beratung gebildet und kehrte in diesen Vereinigungen dann längere Zeit jährlich als Programmpunkt wieder.

Im Mai 1900 legten die Delegierten der Göttinger Gesellschaft der Wissenschaften dem Kartelltage zu Wien den Vorschlag vor, für Einrichtung eines beschränkten Systems temporärer seismischer Stationen einzutreten. Dabei ward nicht etwa nur an solche innerhalb Europas, speziell Deutschlands und Oesterreich-Ungarns, gedacht, sondern es sollte womöglich ihre Ausdehnung auf einen großen Ring um die Erde in Angriff genommen werden. Schon damals

war neben Palästina, Kiautschou und Südamerika auch Samoa genannt, damit die Stationen möglichst in deutsche Hände gelegt werden könnten.

Die Verwirklichung dieses Gedankens schien in jener Zeit noch in weiter Ferne zu liegen, ward aber von uns nicht mehr aus dem Auge verloren, zumal es Professor WIECHERT im Sommer 1900 gelungen war, in seinem astatischen 1000-Kilogramm-Seismometer ein Instrument zu ersinnen, das zur Aufnahme von Fernbeben und Nahbeben in deutlich ablesbaren Kurven besonders geeignet schien und sich bekanntlich seitdem durchaus bewährt hat.

In der gleichen Zeit waren die Vorbereitungen für die Deutsche Südpolarexpedition in vollem Gang. Der wissenschaftliche Beirat, dem auch der Referent angehörte, arbeitete bereits lebhaft an der Feststellung des wissenschaftlichen Programms und vor allem zielten die Vorschläge auf Kooperation einer Reihe von Staaten ab, behufs Errichtung erdmagnetischer Stationen rings um die südliche Erdhälfte, welche gleichzeitig mit den in die antarktischen Breiten zu entsendenden Expeditionen während eines Jahres korrespondierende Terminbeobachtungen zu machen hätten.

In der Sitzung dieses Beirats zu Berlin vom 24. November 1899 wies Professor ADOLPH SCHMIDT, damals noch in Gotha, darauf hin, wie äußerst wünschenswert es sei, wenn der fragliche Ring von Stationen auch durch eine solche auf Samoa vervollständigt werde. Indessen diesem Vorschlag ward damals bei der Fülle anderer, näher liegender Aufgaben nicht stattgegeben.

Als nun zu Anfang Februar 1901 Herr ADOLPH SCHMIDT an einer kleinen geophysikalischen Konferenz, die in engem Kreise in Göttingen abgehalten ward, sich beteiligte, kam er auf das bedauerliche Scheitern einer solchen erdmagnetischen Station auf Samoa während des Verlaufs des vereinbarten Terminjahres zurück.

2. Diesen Gedanken hat der Referent kurz darauf aufgegriffen in der Hoffnung, daß nun vielleicht die Zeit gekommen sei, auch die früheren Pläne außereuropäischer seismischer Stationen, zum mindestens der Aufstellung eines WIECHERT'schen Seismometers an einem überseeischen Punkt, wie z. B. Samoa, wieder aufzunehmen. Die Frage, ob es möglich sei, die Errichtung einer temporären, seismometrisch-erdmagnetischen Station in Apia von unserer Seite in die Hand zu nehmen, ward nun sofort durch Korrespondenzen nach den verschiedensten Seiten untersucht.

Irgend welche Erfahrungen lagen uns in dieser Hinsicht noch nicht vor. Gedacht ward an die Hinaussendung eines jungen Geophysikers für ein bis anderthalb Jahre, von dem angenommen ward, daß er ohne Schwierigkeit den beiden Aufgaben der Beaufsichtigung eines Seismometers und daneben derjenigen der üblichen Instrumente zur Erforschung der Schwankungen des Erdmagnetismus gerecht werden könne. Die geophysikalische Kommission legte am 28. Februar 1901 den Plan eines derartigen Unternehmens der Gesellschaft der Wissenschaften vor.

Digitized by Google

Daß ein solches nicht durch die ordnungsmäßigen Mittel der Gesellschaft ins Leben gerufen werden könne, war von vornherein klar. Sobald daher durch allseitige Erkundigungen eine Uebersicht über die möglicherweise erwachsenden Kosten gewonnen war und die K. Gesellschaft sich den Plan zu eigen gemacht hatte, wandte sie sich unter dem 24. März 1901 in einer durch eine längere Denkschrift erläuterten Immediateingabe an Seine Majestät den Kaiser und König mit der Bitte, um Gewährung der Mittel für das im engen Anschluß an die Aufgaben der Deutschen Südpolarexpedition ins Leben zu rufende Unternehmen. Die Denkschrift lautete:

Denkschrift
betreffend die Errichtung einer temporären Station für geophysikalische Beobachtungen auf Samoa.

I.
Die wissenschaftlichen Aufgaben.

Allerorten regt es sich in der neuern Zeit, um einer Reihe von wichtigen Fragen nach der Beschaffenheit und der Konstitution des Erdkörpers mitsamt seiner Umhüllungen näher zu treten. Man faßt sie jetzt meist unter dem Namen der Geophysik zusammen. Die Mehrzahl derselben kann nur gelöst werden durch Beobachtungen an verschiedenen Punkten der Erdoberfläche und vielfach nur durch solche, die gleichzeitig an mehreren Orten angestellt werden. Die Deutsche Südpolarexpedition, deren Abgang nahe bevorsteht, legt vor allem rücksichtlich ihrer erdmagnetischen Beobachtungen die Errichtung von andern Stationen für Parallelbeobachtungen nahe. Da diese indessen die Zeit und Kraft eines einzelnen wissenschaftlichen Beobachters nicht voll in Anspruch nehmen, so würden sich Beobachtungen der Luftelektrizität und der Seismizität der Erde trefflich mit jenen verbinden lassen. Aus näher darzulegenden Gründen erscheint es zur Zeit besonders wünschenswert solche Beobachtungen auf einer der polynesischen Inseln anstellen zu lassen. Die Königliche Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen empfiehlt hierzu insbesondere einen Punkt auf den Samoainseln.

a) Was zunächst die magnetischen Beobachtungen betrifft, so bedarf es keiner Ausführung, inwiefern die von der Deutschen Südpolarexpedition mit Sorgfalt vorbereiteten nicht nur an sich, sondern gerade in Bezug auf die wichtigen Terminbeobachtungen erst durch Parallelbeobachtungen an andern Stationen Bedeutung erhalten. Denn bekanntlich verlangt die Eigenart magnetischer Vorgänge, welche nie lokalisiert sind, sondern stets auf weite Gebiete, meist auf die ganze Erde sich beziehen, für eine nutzbringende Verwertung durchaus ein die ganze Erdoberfläche möglichst gleichmäßig umspannendes Netz von solchen Beobachtungsstationen.

In Würdigung dieses fundamentalen Gesichtspunktes hat das Deutsche Reich eine Reihe anderer Staaten mit bestem Erfolg angeregt, während der

Daner der Expedition für eine hestimmte Zeitperiode teils anf hestehenden, teils auf eigens zu diesem Zweck eingerichteten temporären Observatorien in verabredeter Weise gleicbzeitige Beobachtungen anzustellen. Die fraglichen Terminbeobachtungen sollen am 1. Febr. 1902 beginnen und mit dem 1. März 1903 endigen.

Das anf diese Weise vorbereitete internationale Netz zeigt nnn leider eine klaffende Lücke, indem die weite Fläche des mittlern und südlichen Stillen Ozeans völlig frei von solchen Stationen geblieben ist. Diese Lücke würde, da man auf Neuseeland nnd den Hawaii-Inseln beobachten wird, auf das glücklichste ausgefüllt werden, wenn entsprechend dem schon vor Jahr und Tag vom wissenschaftlichen Beirat der Expedition (cf. das Protokoll der Sitzung vom 24. Nov. 1899 in Berlin) gemacbten Vorschlage eine temporäre Station auf Samoa errichtet würde.

Doch nicht allein als ein weiterer Stützpunkt in dem für 1902 und 1903 zu errichtenden System von Stationen würde Samoa Wicbtigkeit haben. Es giebt vielmebr noch eine Reihe von bedentsamen Umstäuden, die gerade auf dieses Gebiet für umfassendere magnetische Beobachtungen, als sie für bloße Terminbeobachtungen ins Auge gefaßt werden können, binweisen.

Erstens liegt bisber für die südliche Halbkugel der Erde überhaupt nur ein sehr dürftiges magnetisches Beobachtnngsmaterial vor, dessen Ergänzung besonders auch im Interesse der sichern Navigation von Tag zn Tag dringender wird.

Sodann bringt die Lage inmitten eines weiten Ozeans eine Station auf Samoa in einen für die Wissenschaft bedeutungsvollen Gegensatz zu den übrigen Stationen. Es läßt sich daher die Aufdeckung charakteristischer Eigentümlichkeiten der Erscheinungen in besonderem Maße erwarten.

Endlich würde Samoa zusammen mit St. Helena, von wo genügende Beobachtungen schon vorliegen, ein neues Paar von Stationen von nahezu gleicher geographischer Breite ergeben. Dies ist für die erdmagnetische Forschung deswegen besonders wichtig, weil nach nenern Feststellungen längs der Parallelkreise viel größere Unterschiede der magnetischen Variationen zu bestehen scheinen, als man bisber angenommen hat.

Alle hierbei in Frage kommenden nmfassenden magnetischen Beobachtuugen erfordern im übrigen kaum irgend eine andere Ausrüstung mit Instrumenten, als die geplanten Terminbeobachtungen.

b) Mit dem großen Problem des Erdmagnetismus hängt aufs strengste das der Luftelektrizität zusammen. Die genauere Kenntnis der Verbindungsfäden stebt leider noch völlig aus. Zu ihrer Aufdeckung würden luftelektrische Beobachtnngen gerade aus Samoa einen sehr wichtigen Beitrag liefern können. Denn seine Lage im weiten Ozean und unter wesentlich andern Verhältnissen der Wärme und Luftfeuchtigkeit, als man sie an bisher benutzten Punkten höberer Breiten und verschiedener Klimate findet, würde diese nnter andern Bedingungen gewonnenen Erfahrungen in erfreulichster Weise ergänzen. Dabei

Digitized by Google

sind die erforderlichen Beobachtungen so einfacher Natur, daß sie mit Leichtigkeit von dem gleichen Beobachter ausgeführt werden können, welcher den magnetischen Dienst versieht.

c) Noch ein drittes Problem der Geophysik könnte durch das Samoa-Unternehmen eine wesentliche Förderung gewinnen, das der Fortpflanzung der Erdbebenwellen. Zwar ist durch die Tatkraft englischer Forscher schon ein gewisses System von Erdbebenstationen, das heute bereits mehr als 30 Punkte umfaßt, fast über die ganze Erde verbreitet. Aber alle diese arbeiten nur mit einfachen Instrumenten. Dieselben gehen nur das Vorhandensein von Erdbebenwellen nach Eintrittszeit und (scheinbarer) Stärke an, nicht aber Einzelheiten des Verlaufs, welche allein Rückschlüsse auf die Konstitution der durchlaufenen Massen im Innern der Erde machen lassen. Apparate, welche sich für solche eindringendern Forschungen eignen, sind allein in Europa und Japan tätig. So hätte denn allein schon aus diesem Umstande eine weitere mit feinem Seismometer ausgerüstete Station in Samoa besondere Bedeutung. Dazu kommt, daß Mitteleuropa, Japan und Samoa in ihrer Kombination für die Probleme der Seismik in einer ganz merkwürdig glücklichen Weise gruppiert sind. Mitteleuropa und Samoa liegen nämlich etwa gleich weit von einem der wichtigsten Erschütterungsgebiete der Erde entfernt, dem an der Ostküste Asiens, welchem Japan selbst angehört. Andererseits liegt Mitteleuropa im Zentrum der Landmassen, rings um Samoa dagegen breiten sich weite ozeanische Tiefen aus. Der Vergleich der Beobachtungen in Mitteleuropa, Japan und Samoa würde also fast wie bei einem vorbereiteten Experimente erkennen lassen, in welcher Weise die Fortpflanzung der Erdbebenwellen von Festland und Ozean beeinflußt wird, zumal wenn wenigstens teilweise gleichabgestimmte Instrumente zur Aufstellung gelangen. Derartige Erwägungen haben die Königl. Gesellschaft der Wissenschaft schon früher dahingeführt dem Plane einer temporären seismischen Station in Samoa näherzutreten und zwar, seitdem wir über das sehr empfindliche und doch leicht zu bedienende Wiechertsche Seismometer verfügen, welches die einzelnen Phasen der Erdbebenwellen mit besonderer Schärfe graphisch verzeichnet.

Die jetzt sich bietende Gelegenheit würde in ausgezeichneter Weise einen solchen Plan zur Ausführung bringen lassen. Denn wenn für eine temporäre Erdbebenstation ein mehrjähriger Zeitraum wünschenswerter wäre, so würden die Nachteile einer Beschränkung auf Beobachtungen während 12—15 Monaten durch den Umstand teilweise aufgewogen, daß das Instrument dauernd unter der Aufsicht eines gewiegten Geophysikers stände, während im erstern Fall wohl nur von einem angelernten einheimischen Beobachter die Rede sein könnte. Es mag hinzugefügt werden, daß die in den Tagen des 12.—13. April zu Straßburg tagende Konferenz der internationalen Erdbebenkommission sich aufs lebhafteste für diesen Plan der Errichtung einer temporären Erdbebenstation in Samoa ausgesprochen hat.

Die dreifache Tätigkeit des zu entsendenden Observators der Station in Sa-

moa würde diesen zwar volle Beschäftigung geben, aber die gebotenen Grenzen noch sicher innehalten, denn der Charakter der Arbeiten ist der gleiche, ein großer Teil der Instrumente arbeitet selbstregistrierend und eine Reihe von Nebenarbeiten (z. B. Zeitbestimmungen) sind ihnen gemeinsam. So empfiehlt sich die vorgeschlagene Kombination auch vom Standpunkt der Oekonomie.

II.

Zeitpunkt der Expedition und Personenfrage.

Da die Terminbeobachtungen am 1. Februar 1902 zu beginnen haben, so müßte die Beobachtungsstation auf Samoa mindestens am 1. Januar 1902 völlig eingerichtet sein und ihre Vorbeobachtungen beginnen. Dies erfordert, daß der Beobachter mit seinen Instrumenten spätestens Ende Oktober d. J. Europa verläßt und im November noch in Samoa eintrifft. Wo möglich sollte er schon Ende September d. J. sich in Genua einschiffen.

Es tut hiernach große Beschleunigung Not, wenn die Ausrüstung bis dahin vollendet sein soll, und für den Beobachter kann nur ein Mann in Frage kommen, welcher in den sämtlichen Beobachtungsmethoden und der Handhabung der Instrumente völlig zu Hause ist.

Die vorbereitenden Umfragen haben ergeben, daß wenn die Bestellungen bis Ende April erfolgen, sämtliche neu zu erbauenden Instrumente, wie vor allem die Magnetometer und das Seismometer bis Ende Juli abgeliefert werden können. Es bleiben dann noch zwei bis drei Monate zu ihrer Prüfung.

Als geeignete Persönlichkeit ist ferner bereits ein jüngerer Mann ins Auge gefaßt, welcher seit Jahren in dem erdmagnetischen Institut des Potsdamer Observatoriums tätig ist und ganz speziell mit der Prüfung der für die Südpolarexpedition bestimmten Instrumente beschäftigt war. Derselbe kann demnach die instrumentelle Ausrüstung unter Oberaufsicht unserer geophysikalischen Kommission in die Hand nehmen. Er ist bereit die Aufgabe zu übernehmen. Seine Gesundheit bietet nach den ärztlichen Untersuchungen keinerlei Bedenken und die Direktion des K. Meteorologischen Instituts in Berlin glaubt seine Beurlaubung auf etwa zwei Jahre ermöglichen zu können.

III.

Die Kosten des Unternehmens lassen sich auf rund 30000 ℳ berechnen und setzen sich, wie folgt zusammen.

1. Kosten der Instrumente und Ausrüstung.
2. Reisekosten.
3. Kosten des Aufenthalts in Samoa.
4. Kosten der Bearbeitung der Resultate.

1. Ausrüstung und Instrumente.

Die laut Beilage I zu beschaffenden Instrumente dürften einen Kostenaufwand von insgesamt 12000 ℳ nicht überschreiten. Hiervon entfallen auf die

Digitized by Google

erdmagnetischen Instrumente, deren zu bemessender Umfang und Kostenbetrag sich an der Hand der Erfahrungen bei Ausrüstung der Deutschen Südpolarexpedition genauer voraussehen lassen, ... 5550 ℳ
Auf das Seismometer . . . . . 1800 „
Auf die Apparate zur Messung der Luftelektrizität . . . . . 500 „
Auf meteorologische Instrumente . . . . . 1150 „
Summa 9000 ℳ
Auf die Beobachtungshütten und sonstige Ausrüstungsgegenstände . 3000 „
Summa 12000 ℳ

2. Reisekosten.

Ueber die Reisekosten nach und von Samoa liegen genug Erfahrungen im Kolonialamt vor, um gewiß zu sein, daß dieselben sich für Hin- und Rückreise für den Beobachter mit Einschluß der Frachtkosten für die Instrumente und Ausrüstung gut mit 4000 ℳ bestreiten lassen. Es mag daran erinnert werden, daß der Fahrpreis von Berlin nach Apia über Genua und Sydney sich mit dem üblichen Rabatt auf den Linien des Norddeutschen Lloyds (Genua—Sydney) auf rund 1500 ℳ stellt, während der Frachsatz für eine Tonne Stückgut sich auf 70 ℳ beläuft.

3. Aufenthaltskosten.

Nach ausgiebigen Erkundigungen läßt sich ein Aufenthalt in Apia für einen gebildeten Europäer mit 20 ℳ täglich gut bestreiten; das ergiebt für 15 Monate die Summe von 9000 ℳ. Dazu treten die Kosten kleiner Hilfsleistungen durch Eingeborene mit rund 1000 ℳ.

4. Reservefonds und Kosten der Bearbeitung der Resultate.

Einige Tausend Mark wird man für unvorhergesehene Fälle immer mit in Anschlag bringen müssen. Die wissenschaftliche Bearbeitung der Beobachtungsergebnisse wird nach Abschluß der Reise gleichfalls noch einige Tausend Mark kosten. Es ist indessen nicht ins Auge gefaßt, dieselben in einem eignen Werke niederzulegen. Der Beobachter wird die Instruktion erhalten, alle Beobachtungen soweit möglich gleich an Ort und Stelle zu reduzieren, sodaß die spätere Zusammenfassung auch unschwer von einer andern Arbeitskraft in die Hand genommen werden kann. Als Publikationsorgan sind die Schriften der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften in Göttingen ins Auge gefaßt.

Rekapitulation der Kosten.

1.	Instrumente und Ausrüstung	12000 ℳ
2.	Reisekosten	4000 „
3.	Aufenthaltskosten	10000 „
4.	Reservefonds und Bearbeitung	4000 „
	Summa	30000 ℳ

Digitized by Google

Da es sich bei dem in Aussicht genommenen Leiter der Station um einen jungen Gelehrten handelt, für welchen die Ausführung der Expedition und die Durchführung der Beobachtung große wissenschaftliche Förderung mit sich bringen würde, ist neben dem reichlichen Ersatz aller seiner Kosten eine besondere Remuneration nicht weiter in Ansatz gebracht.

3. In diesen Zeiten der Vorbereitung lagen die Schwierigkeiten vorzugsweise in der Eile, mit der die Maßnahmen getroffen werden mußten. Denn als Ziel ward damals stets ins Auge gefaßt, daß unser Beobachter mit seiner gesamten instrumentellen Ausrüstung zeitig genug Europa verlassen müsse, um vom 1. März 1902 an, dem später festgesetzten Beginn des internationalen Beobachtungsjahres, in Apia nach regelrechter Einrichtung seines temporären Observatoriums sich an den vereinharten Arbeiten zu beteiligen. Um dies zu erreichen, hätte ein solcher sich spätestens im Dezember 1901 einschiffen müssen. Zur Reise über Australien nach Samoa, die allein für die Ausrüstungsgegenstände in Frage kommen konnte, mußte man auf rund zwei Monate rechnen, die erste Installierung erforderte nach unserer Annahme jedenfalls ein bis zwei Monate.

So verging der Sommer 1901 mit dem Ban der Instrumente und Beobachtungshütten, sowie der Beschaffung der sonstigen Ausrüstungsgegenstände und der Auswahl einer geeigneten Persönlichkeit, welcher die Leitung des ganzen Unternehmens in die Hand gelegt werden konnte.

In diesen Zeiten sind wir aufs Vielseitigste mit Rat und Tat unterstützt worden. Vor allem fanden wir im hohen Ministerium das vollste Verständnis für die Bedeutung der Angelegenheit und in jeglichem Stadium der Entwickelung die nachdrücklichste Befürwortung unserer Wünsche. Nicht dankbar genug können wir dies anerkennen. Aber auch im Kreise anderer Behörden, wie im Reichsamt des Innern und der Kolonialabteilung des Auswärtigen Amts, sowie bei dem Gouverneur von Samoa, Herrn Dr. Solf, bekundete sich lebhaftes Interesse für den Plan und tatkräftige Förderung. Mit besonderem Dank gedenken wir ferner der Unterstützung von Seiten der K. Preuß. Sternwarte zu Berlin, des K. Preuß. Geodätischen Instituts in Potsdam, der Direktionen des K. Preußischen Meteorologischen Instituts zu Berlin, des Reichsmarineamts, der Deutschen Seewarte in Hamburg, der dortigen Sternwarte, des Meteorologischen Landesdienstes in Straßburg im Elsaß, welche uns sämtlich durch Ueberlassung von Instrumenten hülfreich beisprangen und dadurch die Ausrüstungskosten verminderten. Noch vor seinem Aufbruch zum Südpol hat uns Prof. E. v. Drygalski in Berlin schätzbare Winke inbetreff der zu veranschlagenden Kosten der Ausrüstung und mancher Bezugsquellen gegeben. Professor E. Wiechert stellte von Anfang an die Räumlichkeiten des Geophysikalischen Instituts für Sammlung und Prüfung der Ausrüstungsgegenstände zur Verfügung und überließ dann leihweise eine ganze Reihe von kleinern Instrumenten, Werkzeugen, Utensilien dem Unternehmen.

Digitized by Google

4. Im August 1901 traf die Allerhöchste Entscheidung ein, die unsern Wünschen auf Bewilligung der erforderlichen 30000 Mk. Rechnung trug, welche Summe später je zur Hälfte aus Mitteln des Reiches und Preußens entnommen werden sollte. Die Instrumente waren inzwischen in Bestellung gegeben und ihre Ablieferung stand in naher Aussicht. Eine in wissenschaftlicher Hinsicht geeignete Persönlichkeit war gewonnen und seit Ende September in unsern Dienst getreten, sich mit der letzten Zurüstung befassend.

So konnte am 8. November 1901, dem Vorabend des 150jährigen Jubiläums unserer Gesellschaft, als von verschiedenen Seiten vor den zur Feier herbeigeeilten Gästen über die wissenschaftlichen Unternehmungen, die sie zur Zeit in Angriffen genommen hatte, berichtet ward, zum ersten Male öffentlich auch von dem bevorstehenden Aufbruch unserer Expedition zur Errichtung eines temporären geophysikalischen Observatoriums auf Samoa gesprochen werden[1]).

Unmittelbar daranf trat ein bedauerlicher Zwischenfall ein, der den von uns gewonnenen Leiter des Observatoriums zu der Bitte zwang, ihn von seinen Verpflichtungen zu entbinden. In größter Eile mußte man sich nun nach einem Ersatzmann umsehen, doch ergab sich sofort, daß ein solcher auch im günstigsten Falle nicht vor dem Frühjahre 1902 werde aufbrechen können, sodaß damit sofort unsere Beteiligung an den internationalen Beobachtungen für die erste Hälfte des Vereinsjahres bereits zur Unmöglichkeit geworden war.

5. Im Dezember 1901 traten wir behufs Uebernahme der Leitung des Observatoriums mit Herrn Dr. Otto Tetens, damals erstem Assistenten an der Kaiserlichen Sternwarte zu Straßburg, in Unterhandlung.

Geboren am 26. Sept. 1865 in Rendsburg hatte derselbe 1883—87 in Tübingen, München, Berlin und Kiel mathematischen, physikalischen, geographischen und besonders astronomischen Studien obgelegen und ist nach Beschäftigung an den Sternwarten zu O'Gyalla und Bothkamp 1887—91 in Kiel promoviert worden. In den Jahren 1893—98 wiederum an verschiedenen Instituten tätig, wie am Kgl. magnetischen Observatorium zu Potsdam und der Seewarte in Hamburg, an welchen beiden er sich namentlich an magnetischen Vermessungen beteiligt hatte, trat er 1898 als Assistent an der Sternwarte zu Straßburg ein.

Es gelang Dr. Tetens leider erst Anfang Januar 1902 seine Verbindungen mit Straßburg zu lösen und auch dies nur durch freundliches Entgegenkommen des Direktors der dortigen Sternwarte, Professor Becker. Am 16. Januar trat er in Göttingen in die Dienste der Gesellschaft, widmete sich mit großer Energie der Vollendung der Ausrüstung und arbeitete sich vor allem in die Beobachtungen mit dem Wiechertschen Seismometer ein. Die bereits von Potsdam nach Bremen versandten Beobachtungshütten waren inzwischen nach Göttingen zurückbeordert und wurden für einige Monate auf dem Gelände des Geophysikalischen Institutes aufgerichtet, um dem neuen Beobachter alle Gelegenheit zu geben,

1) Nachrichten der K. Ges. d. Wiss. Geschäftliche Mitteilungen 1901, S. 85.

Digitized by Google

ihre Ausrüstung und Ansnutzung kennen zu lernen und auch bei dem spätern ernenten Abbruch und der Verpackung gegenwärtig zu sein.

Zur Kenntnisnahme in der Handhabung der neuen erdmagnetischen Instrumente ging Dr. Tetens, wie er in seinem eigenen Bericht näher erläutert, auf kurze Zeit nach Potsdam, weilte der luftelektrischen Beobachtungen wegen in Wolfenbüttel und ließ sich in Hamburg in den Manipulationen von Drachenbeobachtungen unterrichten. Die Anstellung dieser letztern in Apia war durch den Direktor der meteorologischen Zentralstation in Straßburg, Professor Hergesell, angeregt worden. Die K. Gesellschaft bewilligte zur Beschaffung der nötigen Utensilien aus ihren eigenen Mitteln 3500 ℳ, nachdem Dr. Tetens sich bereit erklärt hatte, auch diesem Punkte seine Aufmerksamkeit schenken zu wollen.

Naturgemäß ward von unserer Seite zu möglichst baldigem Aufbruch gedrängt, um wenigstens noch während eines Teiles des verabredeten Beobachtungsjahres simultane erdmagnetische Messungen in Apia anstellen zu lassen. So wurde denn am 17. März 1901 mit dem Abbruch der Hütten auf dem Hainberg und der endgültigen Verpackung der Ausrüstungsgegenstände unter Aufsicht von Dr. Tetens begonnen, ebenso wie er die Verladung derselben auf dem am 9. April von Bremen abgehenden Lloyddampfer Oldenburg überwachte.

Nach kurzen Informationsreisen fuhr unser Observator alsdann über Straßburg nach Genua, um sich mit dem nämlichen Dampfer Oldenburg nach Sydney einzuschiffen. Mit diesem verließ er in Begleitung der gesamten Ausrüstung am 22. April 1902 Europa. Den Verlauf der Reise beschreibt er unten selbst.

2. Die erste Ausrüstung und der Kostenaufwand bis zur Errichtung des Observatoriums.

6. Die Kosten des Unternehmens überstiegen schon damals die anfänglichen Anschläge trotz der Sorgfalt, welche man auf letztere verwandt hatte, so beträchtlich, daß an eine Durchführung mittels der zuerst uns bewilligten 30000 ℳ nicht zu denken war. Unter eingehender Begründung wandten wir uns daher unter dem 26. Juni 1902 nochmals an die Unterrichtsverwaltung behufs Erhöhung des ursprünglichen Zuschusses. In dankenswertester Weise ward uns derselbe in der Höhe von 20000 ℳ gewährt, wiederum zur Hälfte aus Reichs- und aus preußischen Mitteln, welche Summe am Ende des Jahres auf 28000 ℳ erhöht ward, sodaß uns insgesamt 58000 ℳ zur Verfügung standen, ungerechnet die von der K. Gesellschaft für Drachenbeobachtungen bewilligten 3500 ℳ.

Die Mehrkosten entfallen zunächst auf die zu beschaffenden wissenschaftlichen Instrumente — besonders die erdmagnetischen —, weit mehr jedoch noch auf die bauliche Ausrüstung; das gilt ebenso sehr für die in Europa verfertigten Holzhütten zur Aufnahme der Instrumente, als für die Errichtung der verschiedenen Pfeiler, Grundmauern und Baulichkeiten auf dem Gelände des Samoa-Observatoriums in Apia selbst. Nicht unwesentlich größer, als vermutet, waren

Digitized by Google

aber auch die Frachtkosten der Ausrüstung, die namentlich hinsichtlich der Holzteile zum Aufbau der Hütten ins Gewicht fielen, trotzdem die Direktion des Norddeutschen Lloyds uns in dankenswertester Weise entgegenkam durch Gewährung eines 20prozentigen Rabatts an den Frachtsätzen bis Sydney; von hier aus bis Apia mußten englische Dampfer benutzt werden. Den gleichen Rabatt haben wir auch bei allen späteren Frachtsendungen genossen, und ebenso hat der Lloyd unseren Beamten auf Aus- und Heimreise diese Ermäßigung um den gleichen Betrag gewährt. Im Ganzen umfaßte die verschiffte erste Ausrüstung 31 mächtige Kolli, hauptsächlich die Materialien für die Beobachtungshütten enthaltend, und 43 geschlossene Kisten; sie nahm einen Raum von mehr als 40 Kubikmeter ein und wog gegen 90 Zentner. In die Versicherungssumme, welche 19600 ℳ betrug, waren selbstverständlich auch die geliehenen Instrumente inbegriffen. Verluste sind dabei in nennenswerter Weise nicht vorgekommen.

An Einzelheiten mag aus diesen Ausrüstungsgegenständen das Folgende hervorgehoben werden.

a) An Beobachtungshütten wurden zwei in Potsdam von P. Hermann, Conrads Nachfolger, gebaute Holzhütten aus Kiefernholz mitgeführt. Die eine für absolute erdmagnetische Messungen, die andere zur Aufnahme der Variationsinstrumente; sie erforderten einen Kostenaufwand von 3519 ℳ. Dazu trat eine in Göttingen hergestellte zusammensetzbare Holzhütte von Tannenholz mit doppelten Seitenwänden für das Wiechertsche Seismometer (398 ℳ), sowie eine meteorologische Hütte (131 ℳ).

b) Die erdmagnetische Ausrüstung bestand im Wesentlichen aus zwei Fein-Magnetometern nach Eschenhagen und einer magnetischen Wage nach demselben, nebst zwei vollständigen Registrierapparaten und allem Zubehör, sämtlich von Otto Töpfer und Sohn in Potsdam für den Preis von 4320 ℳ geliefert. Dazu trat ein magnetischer Theodolit nach Eschenhagen, verfertigt von Ludw. Tesdorpf in Stuttgart (1895 ℳ).

c) Für die Erdbebenbeobachtungen war, wie schon angedeutet, ein Wiechertsches astatisches seismisches Pendel (1000 Kilo-Seismometer) nebst Schutzgehäuse gewählt, hervorgegangen aus der mechanischen Werkstatt von Bartels in Göttingen, (Preis 1750 ℳ, ungerechnet das Glasgehäuse mit 312 ℳ).

d) Die Ausrüstung zur Messung der Luftelektrizität bestand in einem Apparat zur Messung der Elektrizitätszerstreuung nach Elster und Geitel und zugehörigen Elektroskopen und einem Exnerschen Apparat zur Messung des Potentialgefälles nebst Elektroskopen aus der mechanischen Werkstätte von Günther und Tegtmeyer in Braunschweig (360 ℳ).

e) Die mitgeführte meteorologische Hütte hatte die übliche Ausstattung an Instrumenten, von denen die Mehrzahl vom K. Preuß. Meteorologischen Institut uns leihweise überlassen war. Dazu kam eine Wetterfahne, Sonnenscheinautograph nach Campbele Stokesen.

f) Die ursprünglich mitgegebenen Vorrichtungen zu meteorologischen

Digitized by Google

Beobachtungen mittelst Drachen sind sämtlich auch noch im Jahre 1902 beschafft und nach Apia versandt worden. Außer einer Drachenwinde (282 ℳ), dem erforderlichen Draht (228 ℳ) und verschiedenen Drachen, die teils in Hamburg unter Aufsicht von Professor Köppen, der uns jederzeit freundlichst mit Rat und Tat unterstützte, teils im Geophysikalischen Institut zu Göttingen — insgesamt für 838 ℳ — hergestellt waren, kamen dabei zwei Meteorographen in Betracht; diese waren bei Schneider Brothers in New-York bestellt und wurden von dieser Firma direkt nach Apia versandt. Sie kosteten 1420 ℳ.

7. Bis zur Ankunft der Expedition behufs Errichtung der geophysikalischen Station in Samoa waren im Ganzen 28596 ℳ verbraucht, welche sich auf die wichtigsten Posten, wie folgt verteilen:

1. Allgemeine Unkosten bis April 1902 einschließlich der Entschädigung des zurückgetretenen Observators	898 ℳ
2. Entschädigungen an den ersten Leiter des Observatoriums für die Vorbereitungszeit, die persönliche Ausrüstung und die Ausreise nach Samoa	3745 „
3. Bauliche Ausrüstung, von Europa mitgeführt	4795 „
4. Einrichtungsgegenstände, Werkzeuge, Bücher, photographischer Apparat usw.	1394 „
5. Wissenschaftliche Instrumente	9478 „
6. Utensilien zu Drachenbeobachtungen	2901 „
7. Verbrauchsgegenstände, insbesondere photographisches Papier für registrierende Instrumente, z. T. nachgesandt	1069 „
8. Verpackungs-, Fracht- und Landungskosten	4316 „
Summe	28596 ℳ.

Wie schon angedeutet, hat die Errichtung der Baulichkeiten auf dem vom Kais. Gouvernement bei Apia zur Verfügung gestellten Territorium unsere Voranschläge weit überstiegen. Gerade in diesem Punkte fehlte es uns allerdings gänzlich an festen Anhaltspunkten zur Abschätzung. Der erste Aufbau des Observatoriums an Ort und Stelle, den wir mit etwa 2000 ℳ bestreiten zu können glaubten, hat einschließlich der Unterhaltungskosten der verschiedenen Hütten bis zum Frühjahr 1904 im Ganzen 6170 ℳ erfordert, davon 3206 ℳ für Baumaterialien, 2114 ℳ für Arbeitslöhne, 386 ℳ für Windfahne und Signalvorrichtung, 210 ℳ für kleine Samoahäuser.

3. Das Samoa-Observatorium in den ersten Jahren seines Bestehens.

8. Als das Unternehmen in oben geschilderter Weise in Fluß gekommen war, gaben wir uns noch der Hoffnung hin, daß sowohl unser Observator als die Ausrüstung Mitte Juni in Apia eintreffen würden. Einen Monat für den Aufbau der Station rechnend, glaubten wir am 15. Juli 1902 als Termin des

Digitized by Google

Beginns regelmäßiger Beobachtungen auf Samoa festhalten zu dürfen, zum wenigsten in Betreff der erdmagnetischen, um auf diese Weise noch 6½ Monate gleichzeitige Messungen mit denen der internationalen Stationen liefern zu können. Schon die nächste Folgezeit sollte uns erkennen lassen, wie weit die Tatsachen hinter unseren Hoffnungen zurückblieben. Wir verweisen in diesem Punkte auf den nachfolgenden Bericht von Herrn Dr. Tetens und heben nur einige Hauptpunkte hervor.

Am 11. Juni 1902 in Apia eintreffend hat sich unser Observator mit der nämlichen Energie, die er bei dem Abschluß der Ausrüstung entwickelte, dem Aufbau der umfangreichen Vorrichtungen zur Aufnahme der einzelnen Instrumente, welche fortan in Apia registrieren oder abgelesen werden sollten, gewidmet und ist hierbei, was die Wahl des Platzes und die Anordnung der Baulichkeiten mit Rücksicht auf alle Eigentümlichkeiten der ungewohnten Verhältnisse betrifft, mit großer Umsicht vorgegangen. Wenngleich die Station im Bereich einer unserer neuen Kolonieen errichtet ward, mußte ihm der Mangel an europäischen Hülfskräften doch vielfache Schwierigkeiten in den Weg legen, und wir erkennen, was er für die Instandsetzung des geplanten Unternehmens an Ort und Stelle mit so unzureichenden Hülfen und verhältnismäßig geringen Mitteln geleistet hat, in vollem Maße an. Er hat es offenbar in besonderem Grade verstanden, sich das Vertrauen der den Observatoriumsplatz umwohnenden Eingeborenen zu erwerben, und auch hierdurch unsere Interessen gefördert.

Die meteorologischen Beobachtungen sind von Dr. Tetens mit Ausdauer durchgeführt und ihre Ergebnisse konnten daher, wie die seines Nachfolgers, in gründlicher Weise jetzt mitverarbeitet werden. Die Aufzeichnungen des Erdbebenpendels wurden von ihm schon vom Dezember 1902 an teilweise nach Göttingen versandt, während ihm selbst keine Zeit blieb, sie zum Zweck der unmittelbaren Publikation bereits abzulesen. Die Fernbeben hat das Pendel bei der ihm von Dr. Tetens gegebenen Aufstellung nur unvollkommen zu registrieren vermocht. Daß die luftelektrischen Beobachtungen und die Drachenaufstiege während der Jahre, in denen Dr. Tetens die Leitung des Observatoriums führte, in den Hintergrund traten, kann bei dem Fortbestand des letzteren verschmerzt werden. Bedauerlich aber bleibt das Mißlingen der erdmagnetischen Aufzeichnungen, welche mit den wichtigsten Punkt des ihm vorgeschriebenen Arbeitsprogramms bildeten. Unser Observator hat sich über das Fehlschlagen seiner Bemühungen, die erdmagnetischen Registrierinstrumente in einwandfreier Weise in Betrieb zu setzen, in seinem Bericht näher ausgesprochen (s. u. Seite 44). Wir können die Gründe, die er dafür anführt, nicht durchaus für stichhaltig ansehen. Wenn er sich schon vor seiner Abreise der Aufgabe, welche ihm inbetreff der erdmagnetischen Beobachtungen gestellt war, nicht gewachsen fühlte, so hätte er unter allen Umständen auf den Aufschub des Aufbruchs der Expedition dringen müssen, um sich erst gründlicher in die Beobachtungsmethoden in Potsdam einzuarbeiten. Dies ist von seiner Seite nicht geschehen, und wir hatten keinen Anlaß Zweifel in seine Befähigung

zu setzen, da er nach seinem uns eingereichten Lebenslauf jahrelang in Hamburg und Potsdam sich an erdmagnetischen Arbeiten beteiligt hatte. Andererseits wäre es nnzweifelhaft seine Pflicht gewesen, in dem Augenblick, wo er sich in Apia überzeugte, mit den fraglichen Arbeiten nicht zustande kommen zu können, uns darüber sofort eingehend zu berichten, damit wir Mittel zur Abwendung ergriffen, gegebenenfalls ihm sofort einen Erdmagnetiker als Gehülfen nachsendeten. Statt dessen blieben wir durch viele Monate trotz aller Anfragen ohne Kenntnis der bestehenden Schwierigkeiten, und erst in einem energisch eingeforderten Bericht vom 12. Juni 1904 ward uns das Mißlingen der erdmagnetischen Beobachtungen zugestanden.

9. Wie oben dargelegt, ging der ursprüngliche Plan eines temporären geophysikalischen Observatoriums auf Samoa auf Entsendung eines einzelnen Beobachters für die Dauer von etwa fünfviertel Jahren, wobei die Beobachtungsinstrumente mindestens ein volles Jahr ununterbrochen in Betrieb bleiben sollten. Wir mußten uns schon wenige Monate nach dem Eintreffen unseres Observators in Apia überzeugen, daß sich die Sache auch unter günstigeren Verhältnissen so glatt, wie man bisher geglaubt, nicht abspielen werde. Das vereinbarte Jahr einer erdmagnetischen Kooperation vom März 1902/03 mußten wir sehr bald ganz verloren geben. Wir betrachteten es dabei als einen günstigen Umstand, daß man sich im Kreise der beteiligten Nationen, die sich zu gleichzeitigen Beobachtungen während jenes Jahres antarktischer Forschung zusammen gefunden hatten, entschloß diese simultanen Registrierungen noch ein zweites Jahr hindurch fortzusetzen. Dies veranlaßte uns schon im Januar 1903 in eingehender Weise die uns unterstützenden Behörden um Bewilligung weiterer Mittel anzugehn, um unser durch unerwartete Schwierigkeiten gestörtes Programm doch noch bis zum 1. Mai 1904 durchzuführen. Es ist schon oben erwähnt, daß diese Schritte von Erfolg gekrönt waren; wir wurden zugleich dadurch in den Stand gesetzt, die Bezüge unseres Observators, der sich zu längerem Verbleib in Apia bereit erklärte, vom 1. Oktober 1903 an wesentlich zu erhöhen.

4. Die Fortführung des Samoa-Observatoriums seit 1904.

10. Mittlerweile wurden aber von den verschiedensten Seiten Stimmen laut, die sich für eine noch längere Dauer der Beobachtungen in Apia aussprachen, zumal die Errichtung des gesamten Observatoriums doch schon so bedeutende Opfer gekostet hatte. Insbesondere sprachen sich die Deutschen Delegierten auf der Konferenz zur Begründung einer Association sismologique internationale zu Straßburg im Juli 1903 einstimmig für Erhaltung wenigstens der Erdbebenstation in Apia aus, nachdem die bisherigen Beobachtungen ergeben hatten, daß die Lage derselben auf einer Insel, die einerseits vom weiten Ozean umgeben ist, andererseits mit Mitteleuropa und dem großen japanischen Erdbebenherd auf einem großen Erdkreis liegt, zur Enthüllung seismometrischer Probleme eine hervorragend günstige sei.

Digitized by Google

Gleichzeitig bekundeten die Amerikanischen Erdmagnetiker, in erster Linie der Direktor des Magnetical Departement, Dr. L. C. Bauer, lebhaftes Interesse für die weitere ununterbrochene Fortführung der Beobachtungen auf Samoa, zum mindesten für die Zeit der bevorstehenden Periode einer Zunahme der Sonnenfleckentätigkeit. Sie selbst hatten zu ihrer Beobachtung soeben Honolulu mit einer dauernden erdmagnetischen Station versehen. Ja sie zeigten sich im Sommer 1904 geneigt, den ganzen von uns in Apia errichteten Apparat zu erwerben, falls für uns Schwierigkeiten beständen, das Observatorium noch längere Zeit im Gang zu erhalten.

Von uns wurden nunmehr energische Schritte getan, das nun einmal von deutscher Seite ins Leben gerufene Unternehmen, wenn irgend möglich, auch ferner in deutschen Händen zu erhalten, zugleich aber auf eine solche Basis zu stellen, daß dadurch die Durchführung des aufgestellten Arbeitsprogramms wirklich gewährleistet würde. Denn davon, daß dieses über die Kräfte eines einzelnen Beobachters, dem kein europäischer Gehülfe zur Seite stand, gehe, hatten wir uns inzwischen überzeugen müssen.

Vor allem kam es in jener Zeit darauf an, einen möglichst sichern Voranschlag über die Jahresbedürfnisse des Observatoriums, falls es in etwas erweiterter Form fortbestände, aufzustellen. Hierbei hatten wir uns der wertvollen Ratschläge des Kais. Gouverneurs von Samoa, Herrn Dr. Solf, zu erfreuen, während gleichzeitig das Gutachten von Dr. Tetens eingezogen wurde.

Auf Grund einer erneuten Denkschrift vom 1. März 1904 gelang es uns unschwer, sowohl unsere vorgesetzte Behörde als das Reichsamt des Innern von der Notwendigkeit einer Fortführung des Observatoriums von deutscher Seite zu überzeugen. In einer Konferenz, die am 6. Juni 1904 in Berlin in den Räumen des letztgenannten Reichsamts stattfand und an welcher Herr Wiechert und ich selbst als Vertreter der K. Gesellschaft teilnahmen, wurden die Grundzüge einer neuen Vereinbarung festgestellt. Danach ward der Fortbestand des Observatoriums auf die Dauer von fünf Jahren, beginnend mit dem 1. April 1904 gewährleistet und zwar unter Zubilligung eines jährlichen Zuschusses von je 25000 ℳ, der wie bisher zur Hälfte vom Reich und von Preußen an die K. Gesellschaft der Wissenschaften gezahlt werden sollte.

11. Verhandlungen behufs Eintritt in unsern Dienst waren inzwischen schon mit Dr. Franz Linke gepflogen worden, die am 10. Aug. 1904 zu einem festen Vertrag führten, nach welchem er sich verpflichtete, sobald als irgend möglich in unsere Dienste zu treten und Dr. Tetens in der Leitung des Observatoriums abzulösen. Leider verzögerte sich dies Alles dadurch, daß unsere Versuche, ihm vor vollem Ablauf seines militärischen Dienstjahres Urlaub zu verschaffen, scheiterten. So trat er erst am 17. September 1904 in amtliche Beziehungen zur K. Gesellschaft.

Dr. Franz Linke ist in Helmstedt am 4. Januar 1878 geboren. Ueber seine wissenschaftliche Ausbildung spricht er sich in seinem Rechenschaftsbericht

Digitized by Google

näher aus. Für seine Wahl kam ganz besonders in Betracht, daß wir ihn hier in Göttingen, wo er vom 1. Oktober 1902 ab ein Jahr Assistent im Geophysikalischen Institut gewesen war, persönlich näher kennen gelernt hatten, und er selbst dadurch mit den Anforderungen, welche an den Leiter des Samoa-Observatoriums von uns gestellt wurden und gestellt werden mußten, sich näher vertraut hatte machen können.

In jener Zeit erschien es notwendig, die umfangreiche Geschäftsführung, die Referent seit 1901 im Auftrag der größern geophysikalischen Kommission unserer Gesellschaft geführt hatte, dadurch zu vereinfachen, daß die Aufsicht über das Samoa-Observatorium einem engern Kuratorium übertragen wurde. Die K. Gesellschaft ging bereitwilligst auf diesen Vorschlag ein. Daher besteht seit Juli 1904 ein dreigliedriges Kuratorium, in das außer dem Referenten die Herren E. Riecke und E. Wiechert berufen wurden. Da es gleichzeitig unsern auswärtigen Beamten gegenüber wünschenswert schien, einen Vertreter des Kuratoriums auch in Samoa selbst zu haben, so ward der Kais. Gouverneur, Exzellenz Dr. Solf, ersucht in dasselbe einzutreten, wozu sich dieser alsbald bereit erklärte.

Die seit länger erwogene Frage nach Unterstützung des Observators durch eine technische Hülfskraft ward gleichfalls im Herbst 1904 gelöst. Wir nahmen zu diesem Zweck einen bisherigen Matrosen, der sich bei der Deutschen Südpolarexpedition als ein zuverlässiger und anstelliger Mann bewährt hatte und nach deren Rückkehr Wärterdienste in dem von Professor von Drygalski errichteten Bureau der Expedition zu Berlin leistete, in unsern Dienst, Albert Possin aus Rheinsberg i. Pr.; auch ließen wir ihn noch einige Wochen bei einem Göttinger Mechaniker in manchen Kunstgriffen ausbilden. Possin verließ am 11. November 1904 Genua und traf, mit einem Lloyddampfer über Australien fahrend, am 12. Januar 1905 in Apia ein.

12. Dr. Linke dagegen wählte den Weg über Nordamerika, schiffte sich am 8. November 1904 in Bremen ein, hielt sich in Washington auf, um seine erdmagnetischen Instrumente zu vergleichen und persönliche Beziehungen zu Dr. L. C. Bauer anzuknüpfen, der ihm aufs liebenswürdigste und fördernste entgegenkam. Am 15. Dezember gelangte Dr. Linke nach guter Ueberfahrt von San Francisco aus in Apia an und übernahm bereits am 1. Januar 1905 eine Reihe von Beobachtungen, während die formelle Uebergabe des Observatoriums an ihn erst am 10. Januar erfolgte. Darüber haben beide sich ablösenden Observatoren unten näher berichtet.

Dr. Linke nahm eine nicht unbedeutende Zahl von neuen Instrumenten, Utensilien und Ersatzausrüstungsstücken mit, welche teilweise dem Inventarium der Deutschen Südpolarexpedition leihweise entnommen werden durften, wozu das Reichsamt des Innern in liberalster Weise seine Zustimmung erteilte. Die Reparaturkosten für diese entliehenen Gegenstände sind freilich nicht ganz unbedeutend gewesen. Unter den neubeschafften Instrumenten seien erwähnt:

Digitized by Google

Eine neue Seismometerplatte mit verbesserten Dämpfungsvorrichtungen zum Wiechertschen Seismometer von Bartels in Göttingen, nebst Reserveteilen und neuem Laufwerk (insgesamt 817 ℳ), wozu dann im Dezember 1905 noch ein von Herrn Wiechert neu konstruiertes Pendel zur Aufnahme von Nahbeben (727 ℳ) und ein weiterer Seismometeraufsatz (539 ℳ) kamen. Reich ward nun die Ausrüstung für die Beobachtung der Luftelektrizität ausgestattet durch ein Benndorfsches Niederschlags-Elektrometer von Castagna in Wien (407 ℳ) nebst zugehörigen Hochspannelementen (170 ℳ); eine Hochspanntrockensäule nach Elster und Geitel nebst Elektroskop, Skalen usw. von Günther und Tegtmayer in Braunschweig (325 ℳ); einen Gerdienschen Apparat zur Messung der Leitfähigkeit der Luft (470 ℳ); ein Gerdienssches Niederschlags-Elektrometer nebst zugehörigen Batterieen und Zelt (474 ℳ), sämtlich von Spindler und Hoyer in Göttingen geliefert; einen neuen Registrierapparat für die Magnetometer von Töpfer in Potsdam (870 ℳ); eine Windfahne (201 ℳ) usw. Insgesamt wurden 1905 und 1906 für Neuanschaffungen von Instrumenten, unter denen jetzt auch einige geliehene ersetzt wurden, und an Reparaturen solcher 6310 ℳ verausgabt.

13. In seinem Bericht spricht sich Dr. Linke ausführlicher über die Aufgaben aus, die er sich in voller Uebereinstimmung mit dem Kuratorium zu lösen in Samoa vorgesetzt hatte. Zunächst nahm er den schon länger ins Auge gefaßten Plan des Baues eines soliden Dienstgebäudes auf dem Platz des bisherigen Observatoriums in die Hand. Wenn der Bestand des letzteren nunmehr auch nur für 4—5 Jahre gesichert war, so konnte nach den bisherigen Erfahrungen nicht wohl mehr daran gedacht werden, das europäische Personal für Jahre in samoanischer Weise wohnen zu lassen. Wir sahen uns daher im Frühjahr 1905 genötigt, die eingereichten Pläne zu genehmigen, trotzdem dadurch die ein Jahr zuvor aufgestellten Voranschläge wieder arg aus dem Gleichgewicht kamen und wir seit Bezahlung der Kosten dieses Hauses mit einem chronischen Defizit von ca. 8000 ℳ zu kämpfen haben. Denn sie betrugen einschließlich der Beschaffung eines einfachen Mobiliars immerhin gegen 12000 ℳ. Allerdings wird dieser Posten zu einem gewissen Betrage amortisiert, da die Beamten, welche im Dienstgebäude Unterkunft finden, eine geringe Miete zahlen, die der Kasse unseres Unternehmens zu Gute kommt. Im übrigen möge man die nähere Beschreibung des Hauses in dem Linkeschen Bericht vergleichen.

Ein weiterer Zuschuß zu den Unterhaltungskosten des Observatoriums ergab sich in den letzten Jahren dadurch, daß das Reichskolonialamt demselben für die Aufsicht des Pegels eine Entschädigung von jährlich 2400 ℳ gewährte. Mit letzterem war ferner im Jahre 1906 das Uebereinkommen getroffen worden, daß die Kais. Gouvernementskasse vorschußweise sämtliche Ausgaben des Observatoriums in Apia bestritt und wir dann von Göttingen aus am Schluß des Rechnungsjahres der Legationskasse in Berlin denjenigen Betrag ersetzten, um welche jene Ausgaben den uns von Reichswegen zustehenden Zuschuß

Digitized by Google

von 12500 ℳ jeweils überschreiten. Nachdem die K. Gouvernementskasse zu Apia die sämtlichen Kassengeschäfte des Observatoriums gegen eine Entschädigung von 300 ℳ geführt hatte, beschränkte sie sich seit 1. April 1907 darauf neben den Gehaltszahlungen an die Beamten dem Observator die für Zahlung der Rechnungen benötigten Summen gegen Quittung in bestimmten Terminen einzuhändigen. Für die Verwaltung bringt dies den Vorteil mit, daß sie die vierteljährigen Abrechnungen früher als sonst erhält und die Kosten der Rechnungsführung erspart werden.

Auch mit der ständigen Anstellung eines Sekretärs am Observatorium, wie er im letzten Jahre schon Dr. Tetens zur Seite gestanden hatte, mußten wir uns behufs Entlastung unseres Observators einverstanden erklären. Aber naturgemäß wuchsen durch alle diese Maßnahmen die laufenden Unterhaltungskosten des Unternehmens ständig und nahmen uns von Jahr zu Jahr mehr die Hoffnung die Kosten des Hausbaues wieder einzusparen.

14. Dr. Linke weilte vom 15. Dez. 1904 bis zum 19. März 1907 in Apia, am 1. Januar 1907 die Leitung des Observatoriums an Dr. Angenheister übergebend. Indem wir auf Dr. Linkes unten folgenden Rechenschaftsbericht verweisen, soll hier jedoch noch besonders hervorgehoben werden, daß seit seinem Eintreffen in Apia frisches Leben in den Betrieb des Observatoriums kam. Nicht nur, daß sehr bald die bisher brachliegenden erdmagnetischen Registrierungen in einwandfreier Weise von ihm in den Gang gebracht wurden, sondern er begann seit April 1905 auch regelmäßige Erdbebenberichte an das Geophysikalische Institut zu Göttingen einzusenden, die Kunde von der Existenz unseres Observatoriums in die für Seismik interessierten Kreise brachten. Ebenso erfolgten im Jahr 1906 drei vorläufige Mitteilungen über Erdbeben, luftelektrische Messungen und Drachenaufstiege, die in den Nachrichten unserer Gesellschaft (Jahrgang 1907) sofort veröffentlicht werden konnten. Im übrigen können wir nicht umhin besonders anerkennen, daß uns Dr. Linke mit jeder Post durch eingehende Berichte über alle Vorgänge, die für uns Interesse haben konnten, während der Zeit seiner Amtsführung auf dem Laufenden erhalten hat.

Unmittelbar nach seiner Rückkehr im Juni 1907 widmete sich Dr. Linke hier in Göttingen der Aufgabe, seine Beobachtungsergebnisse zu bearbeiten. Zu diesem Zweck wurde ein eigenes kleines Bureau in einigen Zimmern errichtet, welche der Direktor des Instituts für angewandte Mathematik, Herr Professor Runge, im Erdgeschoß des letztern freundlichst zur Verfügung stellte. Als Assistent trat dann für die Monate Juli 1907 bis Februar 1908 Herr cand. math. Rohloff ein. Außerdem wurden zwei weibliche Hülfskräfte zur Verfügung gestellt. Dr. Linke hoffte bis Ende Juni d. J. seine Arbeiten abschließen zu können.

15. Als dritter Leiter des Observatoriums ward von uns im Jahre 1906 Dr. Gustav Angenheister ausersehen. Derselbe aus Cleve stammend ist am

26. Februar 1878 geboren, hat seine wissenschaftliche Ausbildung in Heidelberg, Münster, München und Berlin erfahren, wo er 1902 promovierte, und war am 1. Oktober 1905 als Assistent beim Geophysikalischen Institut der Universität Göttingen eingetreten. Hier hatte er sich in besonderem Maße mit dem Studium der Seismik beschäftigt, wovon sein zusammenfassender Bericht über „Die seismischen Registrierungen in Göttingen im Jahre 1905" Zeugnis ablegt[1]). Ebenso hatte er dort in luftelektrischen Beobachtungen eine gründliche Durchbildung erfahren.

Er trat am 1. August 1906 in unsere Dienste und benutzte die nächsten Monate um sich einerseits in Potsdam unter Leitung des Herrn Professor Adolph Schmidt in die magnetischen Beobachtungen einführen zu lassen, andererseits im Aëronautischen Observatorium in Lindenberg und in der deutschen Seewarte die neuesten Erfahrungen in der Beobachtung der höhern Luftschichten mittels Drachen und leichten Fesselballons kennen zu lernen.

Die mitgeführte neue Ausrüstung erstreckte sich daher diesmal besonders auf Gegenstände in letztgenannter Richtung. Es wurden eine Reihe von Fesselballons aus Lindenberg bezogen (273 ℳ); später ward ein Wasserstofferzeuger von Gradenwitz (173 ℳ) nebst 100 Ztr. Calciumhydrid (560 ℳ), sowie eine Anzahl Pilotballons nachgesandt. Auch neue Vorrichtungen zu luftelektrischen Messungen (504 ℳ) gingen nach Apia und im Januar 1908 konnte das von Dr. Angenheister schon sehnsüchtig erwartete neue Wiechertsche Vertikalseismometer, aus der Werkstatt von Spindler und Hoyer in Göttingen (mit Ueberdeckungskasten 1209 ℳ) hervorgegangen, nach Apia gesandt werden. Naturgemäß wuchsen die Kosten der Reparaturen, besonders auch der allmählich zurückgesandten geliehenen Instrumente.

16. Dr. Angenheisters Abreise verzögerte sich, da plötzlich der bisher von San Francisco ausgehende Dampferdienst im Herbst 1906 unterbrochen wurde. Er verließ Bremen zwar schon am 20. November 1906, war dann aber zu längerem Aufenthalt in den Vereinigten Staaten gezwungen und gelangte erst am 14. Januar 1907 in Apia an. Am 1. Februar übernahm er die Leitung des Observatoriums. Die noch fast zweimonatliche Wirksamkeit gemeinschaftlich mit Dr. Linke bat von neuem den Beweis geliefert, wieviel intensiver die wissenschaftlichen Interessen gefördert werden würden, wenn stets zwei wissenschaftliche Arbeiter einander in die Hände greifen könnten. Eine Aufgabe, die ein einzelner allein kaum hätte durchführen können, ward sofort von unseren beiden Observatoren in die Hand genommen, nämlich die Ueberführung der zu absoluten magnetischen Messungen bestimmten Instrumente in das neue aus Stein aufgebaute Häuschen, das inzwischen das dem Verfall nahe Holzhaus von 1902 ersetzt hatte (vergl. Dr. Linkes Bericht). Eine Summe von Anschlußmessungen mußte infolge jener Ueberführung angestellt werden.

1) Nachrichten der K. Ges. d. Wiss. 1907. Math.-phys. Kl. 1907, Heft 4. 60 S. mit 1 Tafel.

Fand Dr. Angenheister im übrigen das Observatorium in vollkommen geordnetem Betrieb, so ließen doch die vermehrten Aufgaben, die ihm einmal nach der Seite der Seismik, sodann inbetreff der Beobachtungen der höheren Luftschichten gestellt waren, seine Unterstützung durch einen wissenschaftlichen Assistenten immer dringlicher erscheinen. Das Kuratorium hat daher seit der Rückkehr Dr. Linkes und infolge der von diesem gegebenen Aufschlüsse nicht geruht, die Mittel zur Hinaussendung eines Assistenten zu gewinnen, da die jährlich verfügbaren Summen dafür nicht entfernt ausreichten. Die Verhandlungen über diesen Punkt verzögerten sich jedoch von Monat zu Monat und erst im März 1908 konnten wir Schritte tun, um noch im Sommer einen zweiten Beobachter nach Apia zusenden, der alsdann Dr. Angenheister in der Leitung des Observatoriums ablösen soll.

Ueber diese letzten Maßnahmen wird erst später zu berichten sein, ebenso über die uns momentan besonders lebhaft beschäftigende Frage der Umgestaltung unseres Unternehmens in eine dauernde Institution und eventuelle Uebernahme des Samoa-Observatoriums durch das Reich.

5. Bisherige Verwendung der Mittel.

Was die bisherigen Kosten des ganzen Unternehmens betrifft, so lassen sie sich zur Zeit nur bis zum Schluß des Rechnungsjahres 1907/08 übersehen.

Sie stellen sich demnach in den Hauptposten, wie folgt, für die Zeit vom 1. August 1901 bis 31. März 1908:

1. Allgemeine Unkosten (vergl. S. 6), einschließlich Kosten der Kassenführung in Apia 1904—1907 (1200 ℳ)		2004 ℳ
2. Bezüge der Beamten und des Hülfspersonals		96140 „
Davon für die Vorbereitungszeit in Europa . .	2714 ℳ	
an Reisekosten	12272 „	
an Gehalt und Löhnen	81154 „	
3. Errichtung und Erhaltung der Banlichkeiten in Apia		25057 „
4. Mobiliar, Bücher usw.		5858 „
5. Wissenschaftliche Instrumente einschließlich der Reparaturen .		19043 „
6. Utensilien zu Drachenbeobachtungen		2901 „
7. Transportkosten		8001 „
8. Verbrauchsgegenstände, insbesondere für die Registrierungen .		7973 „
9. Verarbeitung der Ergebnisse		6852 „
	Summa	173879 ℳ.

Digitized by Google

II.

Bericht über die Arbeiten des Samoa-Observatoriums in den Jahren 1903 und 1904

von

Otto Tetens.

1. Vorbereitung und Ausreise.

Vorbereitung. Am 15. Januar 1902 verließ ich meine Stellnng als Assistent der Kaiserlichen Universitätssternwarte zn Straßburg und begab mich in den Dienst der inbezug auf das Samoa-Observatorium von dem Geheimen Regierungsrat Professor Dr. Wagner vertretenen Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften nach Göttingen, wo mir eine verwandte Familie ihr Haus freundlichst zur Verfügung gestellt hatte.

Der Plan, anf Samoa ein Observatorium zn errichten, war schon im Herbst des Jahres 1901 soweit gefördert gewesen, daß der Abreisetermin der Expedition bereits festgesetzt und ein Teil des Materials, nämlich die zn magnetischen Beobachtungen bestimmten Bretterbütten, nach Bremen abgesandt waren, als sich leider der Observator gezwungen gesehen hatte, von der Unternehmung zurückzutreten. Die erdmagnetischen Registrierapparate waren zur Stelle, die beiden in Potsdam hergestellten Beobachtungshäuser wurden von Bremen nach Göttingen beordert und hier provisorisch zu meiner Informiernng auf dem Gelände des Geophysikalischen Institnts aufgebaut, dessen Direktor, Herr Professor Wiechert, sich neben Herrn Geheimrat Wagner lebhaft der Expedition widmete. Insbesondere gelangte im Februar 1902 unter Leitung des ersteren ein von ihm neu erdachtes mechanisch registrierendes Erdbebenpendel, für das Samoa-Observatorium bestimmt, in einer auseinandernehmbaren Hütte zur Aufstellnng.

Bald nach meiner Ankunft in Göttingen und noch vor Beginn des Aufbaues, Ende Januar und Anfang Februar, unternahm ich eine zehntägige Reise nach Hamburg, Berlin und Wolfenbüttel. In Hamburg hatte ich mich seitens des

Direktors der Deutschen Seewarte, des Herrn Wirklichen Geheimen Admiralitätsrats Professor Dr. von Neumayer, wohlwollendster Förderung zu erfreuen, indem er mich nicht nur mit wertvollen Informationen und Ratschlägen versah, sondern mir auch mit einschlägiger Literatur und Instrumenten an die Hand ging und mir außerdem empfahl, aus den in Potsdam unter der Obhut des Herrn Professor Dr. Sprung von der deutschen Südpolar-Expedition zurückgelassenen Instrumenten und Verpackungsgegenständen das für das Samoa-Observatorium etwa Brauchbare auszusuchen. Ich wohnte hier außerdem einem Drachenaufstiege bei Herrn Professor Köppen bei und erfuhr von diesem mancherlei Mitteilungen über die Drachenausrüstung für das Samoa-Observatorium, die er zu beschaffen übernommen hatte. Auch veranlaßte ich dort ebenso, wie sodann in Berlin, die Herren Direktoren der Sternwarten, Professor Dr. Schorr, beziehungsweise Geh. Regierungsrat Professor Dr. Foerster, je ein kleines Fernrohr, das eine mit und das andere ohne Stativ, zur Verfügung zu stellen. In Berlin bestellte ich ferner meine persönliche Ausrüstung, wobei ich Winke befolgte, die mir in Straßburg Herr Professor Bücking nach seinen Erfahrungen in den Tropen gegeben hatte, der sich ebenso wie Herr Professor Gerland, der rührige Vater der internationalen seismischen Kooperation, freundlichst für das Samoa-Unternehmen interessierte. Ferner übernahm ich meteorologische Instrumente auf dem K. Meteorologischen Institut und nahm Kenntnis von den Einrichtungen des ebenfalls diesem Institute unterstehenden Aeronautischen Observatoriums und von denen der benachbarten Luftschiffer-Abteilung. Auf dem K. Geodätischen Institut zu Potsdam, welches ein Universal-Instrument zur Verfügung stellte, setzte mich Herr Professor Schrauder davon in Kenntnis, daß von seiten des Auswärtigen Amtes der Regierungslandmesser Lambert demnächst nach Samoa gesandt werde, den er in der Anstellung geographischer Ortsbestimmung ausgebildet habe. Ich suchte daher in Berlin Herrn Lambert auf und veranlaßte ihn zu dem Anerbieten, da er etwas früher als ich in Samoa eintreffen mußte, einige für das Observatorium zur engeren Wahl in Frage kommenden Plätze nahe Apia aussuchen zu wollen. Auch verabredeten wir, daß er ein mitzunehmendes Passageinstrument auf dem von mir auszuwählenden Observatoriumsplatze aufstellen solle. In Wolfenbüttel hatte Herr Professor Geitel die Freundlichkeit, mir während eines allerdings nur kurz bemessenen Aufenthalts die luftelektrischen Messungen zu zeigen, die mir bis dahin fremd gewesen waren. Auch konnte ich auf dieser Reise kleinere, für die Ausrüstung des Observatoriums wünschenswerte Besorgungen an verschiedenen Stellen ausführen, so in Potsdam bei Töpfer, ferner in Charlottenburg und Braunschweig.

Inzwischen war bei dem Geophysikalischen Institute der Pfeiler zum Seismographen gemauert und die zugehörige Schutzhütte errichtet worden, und es begann nun der Aufbau dieses Instrumentes. Da dieses eins der ersten seiner Art war, stellten sich noch mannigfaltige Schwierigkeiten beim Zusammenpassen heraus. Die von einem göttinger Mechaniker angefertigten, vielfach ineinander greifenden Einzelteile mußten verschiedentlich abgeändert werden, und der

Digitized by Google

Anfbau zog sich auf diese Weise über Erwarten in die Länge. Während dieser Zeit konnte ich daher anch die noch eintreffenden Instrumente, Fernrohre, meteorologischen Apparate usw., von denen ich einen von Fuess gelieferten registrierenden Regenmesser Hellmannscher Konstruktion erwähne, anspacken und prüfen.

Da der zu benntzende Dampfer Anfang April von Bremerhafen abgehen sollte, mußten die Instrumente und Hütten von Mitte März an abgebrochen und verpackt werden. Die Zeit für eine genauere Untersuchung des Seismographen nnd der magnetischen Instrnmente war äußerst knapp bemessen gewesen, besonders wenn man erwägt, daß diese Instrumente erst kürzlich in Göttingen und Potsdam neu konstruiert worden waren, während ich in den letzten vier Jahren nicht mit geophysikalischen, sondern ansschließlich mit astronomischen Arbeiten beschäftigt gewesen war. Um bezüglich der von Herrn Professor Eschenhagen noch in den letzten Jahren seines Lebens konstruierten erdmagnetischen Instrumente wenigstens einige Unterweisungen zu erhalten, machte ich, nachdem die auf dem Dampfer „Oldenburg" zu verschiffende Ansrüstung in zwei Wagenladungen nach Bremen abgesandt war, in den letzten Tagen des März eine Reise nach Potsdam und hatte an zwei Tagen freundliche Information von Herrn Dr. Edler. Er führte mir die Eschenhagenschen Registrierapparate vor und zeigte mir die Anstellung einer absoluten Messung an dem von mir mitgeführten und nach Ausführung gewisser Konstanstennntersuchungen erst später von Göttingen nachgesandten Tesdorpfschen Theodoliten.

In Kiel hatte ich mich seitens des ansgezeichneten Samoa-Kenners, des Herrn Marine-Stabsarztes Dr. Krämer, einiger wertvoller Winke bezüglich der für das Observatorium in Betracht kommenden Plätze zu erfrenen, wie ich denn anch schon meine Anwesenheit in Berlin dazu benutzt hatte, mit dem dort weilenden Kaiserlichen Gouverneur von Samoa, Herrn Dr. Solf, in Verbindung zu treten, der mir über manche Samoa betreffende bedeutungsvolle Fragen die bereitwilligste Auskunft erteilt hatte.

Herr Professor Dr. Hergesell in Straßbnrg entsprach meiner Bitte um ein dem Elsaß-Lothringischen Meteorologischen Landesdienst gehöriges Quecksilber-Barometer; ihm verdankte ich schon früher einen Einblick in das aeronantische Gebiet, und er hatte mir Ende 1901 anf dem großen Belchen Gelegenheit gegeben, einem Drachenaufstiege beiznwohnen. Das Barometer verglich ich dort und sodann in weiterem Verlaufe der Reise, die mich über Basel und durch den Gotthard führte, in Mailand mit Normalbarometern.

Ausreise. In Genua kam ich am Abend des 19. April 1902 an und fuhr mit dem Dampfer „Oldenburg", der unter dem Befehl des Kapitäns Formes stand, am Morgen des 22. April von dort ab. Dieser Dampfer hatte die von Bremen mitgeführten Frachtstücke in drei verschieden untergebrachten Gruppen verstaut, von denen die eine mir als Reisegepäck unterwegs zugänglich gehalten wurde. Der Dampfer berührte die folgenden Häfen und Reeden: Neapel, Port Said, Snez, Aden, Colombo, Fremantle, Port Adelaide und Melbonrne.

Digitized by Google

Erst in Melbourne hielt sich der Dampfer etwas länger auf, sodaß ich unter der dankenswerten Vermittlung des deutschen Konsuls die prächtige Sternwarte besehen konnte und dort auch das mitgeführte Reisebarometer verglich. Während der Seereise stellte ich an Bord meteorologische Beobachtungen an und hielt dabei drei für das Samoa-Observatorium bestimmte Registrierapparate in Gang. Auch führte ich einige Drachenversuche aus, wobei mir Offiziere des Dampfers und Mitreisende behülflich waren. Die meteorologischen Drachen-Instrumente waren noch nicht geliefert worden, auch wären die mir von Herrn Professor Köppen gütigst mitgegebenen Malay-Drachen allein zu schwach gewesen, sollten vielmehr nur als Vorspann für kräftigere, die Registrierapparate tragende Kasten-Drachen benntzt werden. Immerhin waren mir diese Aufstiege als Vorstudien für die anf Samoa und für die Rückreise vorgesehenen willkommen. Der Herr Kapitän gestattete frenndlichst, daß ich mich an den nautischen Aufgaben, die die Fahrt bot, beteiligte.

In Sydney langte ich am 2. Juni an, also nach sechswöchentlicher Fahrt. Hier sollte die gesamte Ausrüstung für Samoa auf den Dampfer „Manapouri" der Neu-Seeländischen Union-Steamship Co. überführt werden, während ich schon am 3. Juni mit dem schnellen Postdampfer „Sonoma" der amerikanischen Oceanic Steamship Co. über Auckland nach Pango-Pango fuhr.

In Pango-Pango kam ich in der Nacht zum 11. Juni an nnd fuhr nach Tagesanbruch mit dem kleinen Dampfer „Kawan" nach Apia ab, wo ich abends wohlbehalten eintraf.

2. Errichtung des Observatoriums auf der Halbinsel Mulinuu.

Wahl des Platzes. In Apia fand ich bei dem stellvertretenden Gouvernenr, Herrn Dr. Schnee, bereitwilliges Interesse und Entgegenkommen. Der schon vor mir angekommene Regierungslandmesser Lambert führte mich auf die von ihm für das Observatorium geeignet befundenen Plätze. Aus verschiedenen Gründen schien es mir zweckmäßig, weiter inland gelegene Punkte nicht zn berücksichtigen. Denn abgesehen davon, daß sich ein solcher nicht leicht an einem fahrbaren Zugangswege finden ließ, schien es mir erwünscht, den dort vorauszusetzenden stärkeren Störungen auf magnetischen und seismischem Gebiet möglichst fern zu bleiben. So entschied ich mich denn von den beiden zur engeren Wahl übrig gebliebenen, dem östlichen und westlichen Vorsprnng der Bncht von Apia, zn Gunsten des westlichen, des äußersten Endes von Mulinnu. Denn während es sich hier um die Spitze einer abseits vom durchgehenden Verkehr liegenden Halbinsel handelte, führte über den andern Vorsprung Matautu, woselbst anch die Lotsenstation gelegen war, der Weg zu den im Osten von Apia gelegenen Küstenortschaften. Der zwischen diesem Wege nnd dem Strand gelegene Fleck wäre überdies für die verschiedenen Banten des Observatoriums zu klein gewesen nnd sollte anch öfters Ueberschwemmungen ausgesetzt sein, wie mir der Regierungslandmesser Haidlen ver-

Digitized by Google

sicherte; von dem auf der andern Seite des Weges gelegenen Dorfplatze von den Eingeborenen auch nur einen Teil zu gewinnen, hätte aber, den Mitteilungen desselben mit den samoanischen Verhältnissen wohlvertrauten Mannes zufolge, erhebliche Schwierigkeiten bereitet.

Der auf Mulinuu ausgewählte Observatoriumsplatz bildet, wie Tafel I erkennen läßt, den nördlichsten Teil der die Buchten von Apia und Vaitele voneinander trennenden Halbinsel. Während die im Osten angrenzende Bucht von Apia in ihrer Mitte einen, nach dem Strande hin sich gabelnden, mit der offenen See aber ohne Zwischenriffe kommunizierenden Hafen enthält — der daher in der unbeständigen Jahreszeit nicht ohne Gefahr für die ankernden Schiffe ist — besitzt die Vaitele-Bucht an den meisten Stellen nur eine Tiefe von ein bis zwei Meter und wäre also, um einen brauchbaren Hafen abzugeben, — wozu sie ihrer geschützten Lage und ihrer Größe wegen besonders geeignet erscheint — umfangreichen Vertiefungsarbeiten zu unterziehen. Das die Grenze des seichten Wassers bildende Außenriff, an dem sich die beständig anbrandende Dünung des Ozeans bricht, liegt sowohl in der Gegend nördlich von Mulinuu, wie auch bei der die Vaitele-Bucht nach Westen hin begrenzenden Spitze von Faleula in ein bis zwei Kilometer Entfernung vom Strande und bietet diesem im Allgemeinen einen sichern Schutz.

Eigentümerin der Halbinsel ist die Kaiserliche Regierung; sie hatte dort der von ihr eingesetzten Eingeborenen-Regierung — Mataafa, nebst fünf Häuptlingen aus den Häusern früherer Machthaber, den Taimua, und Vertretern der Distrikte des Schutzgebietes, den etwa 30 Faipule, samt einigen Kirchendienern und Schreibern — Plätze zur Errichtung von Amtswohnungen angewiesen. Beide Umstände hatten neben den vorhin angeführten Gründen dazu mitgesprochen, daß ich mich bei der Wahl des Observatoriums-Platzes gerade für Mulinuu entschied. Denn ich glaubte durch diese Platzwahl das Observatorium gewissermaßen unter den Schutz der dort sitzenden Vertreter des ganzen Landes zu stellen.

Die äußerste von den Wohnungen der Faipule auf dem — „Le Muta“ genannten — Nordende der Halbinsel, bestehend aus einem sogenannten großen und einem dahinter gelegenen kleinen Hause, war gerade durch Todesfall erledigt, sodaß sie mir für die Zwecke des Observatoriums sowohl während des Baues als auch später zur Verfügung stand. Unter Vermittlung des Kaiserlichen Gouvernements war später für das Nebenhaus der Familie des verstorbenen Vertreters eine Entschädigung von 60 Mark, für das Haupthaus — dem Nachfolger — eine solche von 150 Mark zu bezahlen.

Aufbau der Pfeiler und Einzelhütten. Gleich nach der Auswahl des Observatoriumsplatzes mietete ich in möglichster Nähe, nämlich in dem Ortsteil Songi, ein Haus, in dem ich auch die am 17. Juni mit den Ausrüstungsgegenständen eintreffenden Instrumente unterbrachte. Es ergab sich, daß erst zwei Drittel der Versandstücke angelangt waren, da der Dampfer in Sydney nicht alle Fracht hatte aufnehmen können.

Digitized by Google

Der Rest der Frachtstücke wurde erst mit dem vier Wochen später fälligen nachgeliefert; indessen gab es zunächst Arbeit genug auf dem Observatoriumsplatze, bevor die noch fehlenden Sachen zur Verwendung gelangen konnten. Der etwa 40 Meter breite und 150—200 Meter lange, somit $^2/_3$ Hektar umfassende Platz wurde mit Zustimmung des Herrn Vize-Gouverneurs mit Stacheldraht eingefriedigt und von wucherndem Buschwerk befreit. Dann mußten die Sockel und Pfeiler gemauert werden. Herr Dr. Schnee stellte dabei zur Leitung und Ausführung dieser ersten Arbeiten für einige Wochen den Baumeister Stünzner zur Verfügung, sowie den in Deutschland ausgebildeten Bauaufseher Schaaffhausen. Da ich mit der Anwerbung und Beaufsichtigung der hierbei erforderlichen eingeborenen Arbeiter in dieser ersten Zeit meines Aufenthalts auf Samoa vielleicht schlechte Erfahrungen gemacht hätte, war diese umsichtige und verständnisvolle Fürsorge des leitenden Beamten — der auch durch Hergabe von Arbeitskräften aus dem Gouvernementsgefängnis für Herabminderung der entstehenden Baukosten sorgte — von wesentlicher Bedeutung.

Dem mit Herrn Lammert getroffenen Uebereinkommen entsprechend ließ ich gleichzeitig mit den für die Instrumente des Observatoriums ausersehenen Pfeilern einen — und zwar in der Mitte der ganzen Anlage — aufmanern' welcher für das von ihm mitgeführte Passage-Instrument bestimmt ward. Zur größeren Veranschaulichung verweise ich auf Tafel II, welche nach dem 1904 von Herrn Lammert im Auftrage des Kais. Gouvernements im Maßstab 1 : 1000 ausgeführten Plan des Observatorium-Grundstücks photographisch auf 1 : 2700 verkleinert ist.

Nördlich und südlich von dem Passagen-Pfeiler (Tafel II No. 11) errichtete Herr Stünzner einen ebensolchen nahe der Einfriedigung. Diese verläuft hier ost-westlich, die nördliche nahe dem Strand, die südliche etwa auf der Mitte der Halbinsel, welche hier aus der vorher bewahrten Richtung von Süd-Osten nach Nord-Westen in die rein westliche umgebogen ist und diese Biegung im weiteren nach Südwesten und Süden fortsetzt, bis sie endlich in einer bei Hochwasser zum Teil überschwemmten schmalen Zunge nach Süd-Osten ausläuft. Sie umschließt so ein bei mittlerem Hochwasser etwa zwei Hektar großes, bei äußerstem Niedrigwasser aber fast völlig trockenlaufendes, nach Süden in die Vaitele-Bucht mündendes Becken. Der den drei astronomischen Pfeilern (No. 10, 11 u. 12) gemeinsame Meridian ließ sich so legen, daß er nach Ueberschreitung dieses kleinen Beckens jene äußerste Zunge traf, die ich so als Standort für einen — 300 Meter vom nördlichen astronomischen Pfeiler entfernten — Mirenpfeiler (No. 13) verwenden auch als Beobachtungspfeiler in solchen Fällen benutzen konnte, wo ein besonders freier Himmelsausblick erforderlich ist.

Das Verfahren, nach dem ich die Richtung des Meridians für diese vier Pfeiler mit Unterstützung des Herrn Lammert festlegte, ist ein im März 1897 in den Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie von mir dargelegtes, das Herr Professor Harzer für astronomische Beobachtungen ohne Instrumente vorgeschlagen hatte. Nahe dem von mir ausgewählten Grundstücke

Digitized by Google

führt der Meridian über das aus unbehauenen Steinen in drei Stufen errichtete Grabmal des im Jahre 1898 gestorbenen Königs Malietoa Laupepa hin. Um die Gefühle der Eingeborenen zu schonen und für später Störungen oder Konflikte auszuschließen, zog ich dies Grab nicht in den Bezirk des Observatoriums ein, ließ vielmehr dazwischen eine außen an der Einfriedigung entlangführende Kommunikation bestehen für den Verkehr nach der Spitze der Halbinsel. Auf dieser Spitze entstand nämlich, 150 Meter von dem Variationshause entfernt, fast gleichzeitig mit den Observatoriums-Pfeilern das Dynamithaus des Gouvernements, (Plan No. 25) von Herrn Stuenzner nach dem Hennebique-Verfahren errichtet. Der dort später meistens in der Menge von einigen Zentnern kistenweise aufgespeicherte Sprengstoff ist vorzugsweise zum Gebrauch bei Wegebauten bestimmt, auch werden die Bootspassagen, sowohl an der Küste entlang, als auch beim Außenriff ins Freie hinaus, damit verbessert; außerdem verkauft das Kais. Gouvernement, das sich das Monopol für dieses Sprengmittel wahrt, einigen Weißen Dynamit zum Fischen. Und dies war es, welches neben dem heimlich den erst genannten Zwecken entzogenen, dafür ebenfalls zum Fischfang verwendeten, den Betrieb der feineren Registrierapparate vielfach gestört hat, da gerade die dem Observatorium benachbarten Gewässer für besonders geeignet zum Dynamitfischen gelten. Ich legte dem Kais. Gouverneur, Herrn Dr. Solf, nahe, das Dynamitfischen gänzlich zu verbieten. Ich bin nicht sicher darüber unterrichtet, ob dieser Anregung statt gegeben worden ist. So viel ich hörte, sind einschränkende Verordnungen ergangen.

Östlich von dem durch die drei astronomischen Pfeiler nebst dem Mirenpfeiler festgelegten Meridian, ließ ich den Sockel für den Seismographen (Tafel II, No. 14) setzen, dessen Seitenflächen unter 45 Grad gegen den Meridian liegen sollten. Westlich, in größere Entfernung, kamen die magnetischen Sockel und Pfeiler (Tafel II, 1 u. 3) zu stehen. Während jene fünf erstgenannten bis zu zwei Metern in den sandigen Boden hinabreichten und aus den die Insel aufbauenden Eruptivsteinen mit Zement erbaut wurden, wählte ich für die beiden weniger tief erforderlichen magnetischen Sockel und die auf diesen errichteten Pfeiler — fürs absolute Haus war ein solcher, fürs Variationshaus waren vier erforderlich — Korallenknollen und gebrannten Kalk, um den störenden Wirkungen jener Materialien zu entgehen. Um auf vier außen errichteten kleinen Pfeilern und ebenso auf drei für Stativgebrauch bestimmten niedrigen dreieckigen Sockeln gelegentlich auch magnetische Arbeiten vornehmen zu können, ließ ich sie durchweg ohne vulkanische Steine mauern, mußte aber der exponierten Lage wegen Zement als Mörtel verwenden. Bei der Stellung der magnetischen Pfeiler legte ich nicht die astronomische, sondern die magnetische Meridianrichtung zu Grunde.

Anderer, für's Gouvernement zu leistenden Arbeiten wegen mußte Herr Stuenzner nach Beendigung der wichtigsten Sockel und Pfeiler seine Tätigkeit für das Observatorium einstellen, indessen hatte ich mich dann noch einige Zeit der Hülfe des Bauaufsehers Schaaffhausen zu erfreuen, der bis dahin unter

Herrn Lammerts spezieller Leitung um den Passagenpfeiler herum ein Beobachtungshäuschen mit Dachklappen errichtet hatte. Es wurde nunmehr der Anfbau der drei mitgeführten Hütten in Angriff genommen, wobei sich ein tüchtiger Halbblntarbeiter nützlich erwies. Die beiden magnetischen Hütten kamen zuerst an die Reihe; es zeigte sich, daß beim Transport nur wenig von ihren Bestandteilen abgebrochen oder so beschädigt war, daß es ersetzt werden mußte. Ich hatte hier besonders darauf zu achten, daß keiner von den sonst benutzten eisernen Nägeln und Schrauben verwendet wurde.

Bevor die seismische Hütte zusammengesetzt wurde, ließ ich über dem Seismographen-Sockel das Gebälk zu einem einfachen Schutzhaus errichten, und in der bei den Samoanern gebräuchlichen Weise mit Lau, den aus Zuckerrohrblättern aufgereihten Fahnen, decken. Unter diesem Dach konnten dann das Gestell und die schweren Teile des Seismographen vor Sonne und Regen geschützt aufgebaut werden, während die mitgeführte Bretterhütte sehr eng bemessen war, und deshalb erst nachher zur Aufstellung gelangte.

Ein ähnliches Schutzdach wurde nach Fertigstellung des Variationshauses über diesem errichtet, um so die Temperaturschwankungen im Innern herabzusetzen. Da es nicht erforderlich schien, die gegen Sonnenstrahlen zu schützenden Holzhütten, deren Dächer mit wasserdichtem Stoff benagelt wurden, auch gegen jeden Regentropfen abzuschließen, konnten diese beiden Samoa-Schutzdächer wesentlich leichter gedeckt werden, als die Eingeborenen es bei ihren Häusern zu tun pflegen, zumal ich sie nur für eine Haltbarkeit von einem Jahre oder etwas mehr zu berechnen brauchte, während ein in normaler Dichtigkeit belegtes Samoadoch erst nach drei bis vier Jahren mit neuen Lau versehen werden muß.

Wasserbeschaffung. Die Hauptursache der allmählichen Zerstörung dieses für Samoa äußerst zweckmässigen Dachmaterials ist der Regen, der von den Zuckerrohrblättern stets Teilchen loslöst. Das von diesen Dächern herabströmende Regenwasser ist somit im Gegensatz zu dem von den Wellblech-Dächern der Weißen aufgefangenen zum Trinken nicht geeignet. Bei der auf Samoa herrschenden Seltenheit von natürlichen oder gar künstlich erbohrten Quellen bildet daher die Beschaffung von brauchbarem Trinkwasser für die Ansiedlung der Samoaner eine nicht unbedeutende Angelegenheit. Auch für das Observatorium erheischte — beim Bau sowohl wie nachher — die Wasserzufuhr meine beständige Aufmerksamkeit schon um der eingebornen Arbeiter willen, sodann zum Entwickeln der photographischen Registrierkurven, und später auch für meinen persönlichen Bedarf. Denn obgleich sich allerdings sowohl auf dem eingefriedigten Grundstücke, als auch zwischen diesem und dem Dynamithause je ein Brunnenloch von ein bis zwei Meter Tiefe befand, dessen Wasser zwar etwas brackig, aber doch zur Not trinkbar war, so konnte man es zu diesem Zwecke nur selten verwenden. Diese Wasserlöcher laufen nämlich einige Zeit, nachdem das benachbarte Meer seinen tiefsten Gezeitenstand erreicht hat, jedesmal ziemlich leer, und überdies pflegen die Eingeborenen, sobald Wasser im

Digitized by Google

Brunnen enthalten ist, sich selbst und ihre Kleidungsstücke darin zu waschen. Ich konnte nun die sonst wenig erfreuliche Nähe des mit einem allerdings nur etwa 40—50 qm großen Wellblechdache versehenen Dynamithauses dadurch zum Vorteil des Observatoriums ausnutzen, daß ich im Einvernehmen mit dem Gouvernement einen aus Wellblech zusammen gelöteten Wassertank daran anbringen ließ. Für die Jahreszeit, wo häufig Regen zu fallen pflegt, war so dem fühlbarsten Wassermangel vorgebeugt, doch stellte sich in den trockeneren Monaten vielfach das Bedürfnis heraus, auch für anderweitige Wasserzufuhr zu sorgen. Zu diesem Zwecke schaffte ich Fässer an und mietete für's Observatorium ein kleines Boot, das ich später durch ein käuflich erworbenes ersetzte, wozu noch ein privatim beschafftes größeres trat. Damit konnte aus einer Quelle von einem nicht allzuweit entfernten Küstenpunkte an der Vaitele-Bucht, Vailoa, Wasser geholt werden; wenn aber die hierfür erforderlichen Arbeiter gerade nicht abkömmlich waren, habe ich in der auch bei den Eingeborenen von Mulinuu üblichen Weise in Glasflaschen oder ausgehöhlten Kokosnüssen aus der genannten Quelle Wasser holen lassen, wozu dann eine Person in einem Einbaum hinüber fuhr.

Sonstige Baulichkeiten und Einrichtungen. Den Bau des Observatoriums konnte ich in den Monaten September und Oktober 1902 im Wesentlichen beendigen, wobei ich zum Löten an den Luftabzügen der magnetischen Hütten und beim Oberlicht sowie zum Einsetzen der mitgeführten Glasscheiben in die Fenster und in das seismische Schutzgehäuse die Hülfe weißer Handwerker aus Apia heranzuziehen hatte. Vor den magnetischen Häusern wurde noch ein kleines zum Ablegen eiserner Gegenstände bestimmtes Torhänschen (Taf. II, No. 2), Dach und Wände mit Lau bedeckt, aufgeführt, das den Zugang zu jenen beiden bildete, die im übrigen durch eine auf Pfählen herumgeführte und später öfters erneuerte Leine gegen den übrigen Platz hin abgesperrt wurden. Nicht weit vom Haupteingang des Observatoriums errichtete ich zur Aufbewahrung von leeren Kisten und von Rohmaterialien, wie Petroleum, Oel und Farben zum Anstreichen, Spiritus zur Herstellung des Firnisses für die Seismographenstreifen und dergleichen, einen einfachen Schuppen, der ebenfalls nur aus einem, nach Samoanischer Weise gedeckten Balkengerüst bestand.

Die Seitenwände ließ ich sowohl bei diesem, wie bei den beiden Schutzdächern, die die mitgebrachte seismische und die Variationshütte vor der Sonnenbestrahlung schützen sollten, aus Pola anfertigen; das sind die bei allen Samoaner-Häusern gebräuchlichen geflochtenen Jalousie-Elemente. Diese etwa ein Meter langen, 30—40 cm breiten Tafeln, werden zu je 6 bis 10 an Kokosbindfaden aufgehängt und bilden so einen Vorhang, der sich außen an zwei benachbarte Hauspfosten anlegt, und nach Bedarf heraufgezogen und herabgelassen werden kann. Während im Interesse einer geringen täglichen Temperaturschwankung beim Variationshause alle vier Wände des Samoa-Schutzhauses mit diesen lose herabhängenden und nur bei drohendem Unwetter an den Pfosten festgebundenen Jalousievorhängen rings herum bedeckt gehalten wurden, ließ

Digitized by Google

ich bei der seismischen Hütte die vor dem Eingang hängende Jalousie fast beständig aufgezogen, schon um bei den häufig erforderlichen Manipulationen an dem Seismographen das Tageslicht benutzen zu können; an dem Schuppen dagegen blieb ein Teil der Vorderwand überhaupt ohne Pola als offener Eingang. Trotzdem die auch zum Teil für die Eingebornen benutzbaren Gegenstände ziemlich offen dalagen, sind nennenswerte Entwendungen nicht vorgekommen. Diese Tatsache wird auf die ständige Anwesenheit des Observatorium-Personals und der von mir gehaltenen Hunde zurückzuführen sein, teils wird sie erklärlich durch den hohen Rang und die offizielle Stellung der Nachbarn des Observatoriums; im Wesentlichen ist sie aber jedenfalls der bei den Samoanern überhaupt schon als Gegenstück zur allgemeinen Offenheit ihrer Hütten peinlich innegehaltenen Moral zuzuschreiben. Um bei niedrigerem Sonnenstand sowohl wie um die Mittagszeit möglichst wenig Sonnenschein ins Innere der Häuser zu bekommen, verlegte ich stets den Eingang auf die Süd-Seite, da ja die Sonne dort um Mittag im Juni nach Norden mit viermal größerem Abstand das Zenit passiert, als sie sich ihm im Dezember auf der Südseite nähert. Bei dem diagonal orientierten Seismographen legte ich den Eingang nach Süd-Westen. Das darüber gebaute Samoa-Schutzhaus bot neben der Holzhütte einerseits Raum zum Anbringen der mitgebrachten Wandkästen für die berußten, aber noch nicht lackierten Papierstreifen, anderseits aber auch zum Berussen sowie zum Lackieren und Trocknen der nach Beginn dieses Betriebes für jede Woche benötigten 14 Streifen. Außerdem war darin beim Eingang noch Raum für einen Tisch vorhanden, auf dem ich meist täglich die Chronometer und Taschenuhren miteinander verglichen habe. Die beiden mitgeführten Marine-Chronometer — eins nach mittlerer und eins nach Sternzeit reguliert —, wozu im ersten Jahre noch ein dem Passage-Instrumente des Auswärtigen Amtes beigegebenes kam, erhielten nämlich ihren Standplatz innerhalb des Glaskastens des Seismographen vor dessen Gestell auf dem Steinsockel.

Positionsbestimmung. Auf den beiden nördlichen astronomischen Pfeilern gelangte inzwischen, gleich nachdem das Passagehaus und ein weiterer Schutzkasten fertiggestellt waren, im August 1902 das Passage-Instrument zur Aufstellung, und Herr Lambert konnte nunmehr unter meiner Beihülfe die von ihm beabsichtigte Bestimmung der Länge des Observatoriums aus Mondkulminationen während zweier Lunationen und der Breite — aus korrespondierenden Sternhöhen — mit der wünschenswerten Schärfe durchführen. Leider ist er späterhin — abgesehen von der Errichtung einiger zu Dreieckspunkten bestimmten Baken in der Umgegend von Apia und von der Festlegung einer Basis auf Mulinuu — nicht dazu gekommen, die daran anzuschließende Vermessung des Schutzgebietes ernstlich in Angriff zu nehmen, da er sich dringenderen Arbeiten, der Kleinvermessung der Grundstücke von Apia und dem Wegeban, völlig widmen mußte.

Die gefundenen Werte für die Koordinaten des astronomischen Nordpfeilers,

Digitized by Google

Länge 171° 45′ 54″ westlich von Greenwich
Breite 13° 48′ 26″ südlich,

läßt Herr LAMMERT einer späteren Mitteilung zufolge noch einer definitiven Durchsicht unterziehen, doch werden die hierbei zu erwartenden Aenderungen voraussichtlich nicht von Bedeutung sein.

Der Platz für die meteorologischen Instrumente. Was die meteorologischen Instrumente betrifft, so errichtete ich die dafür in Göttingen konstruierte auf zwei Meter hohe Pfähle gesetzte Hütte (Taf. II, No. 6) etwa zehn Meter vom Strande und den Hellmannschen registrierenden Regenmesser (Taf. II, No. 7) abermals zehn Meter weiter südwärts auf einem aus Korallen-Kalksteinen und Zement gemauerten kleinen dreieckigen Sockel.

Die Mittellinie der Halbinsel Mulinuu wird der ganzen Länge nach von einer Kokospalmen-Allee gebildet; von dort an, wo nach der Spitze hin die hinter 30—40 Meter breiten Rasenstreifen errichteten beiden Reihen Eingeborenen-Häuser, die von Bananen und Brotfruchtbäumen flankiert sind, aufhörten, und wo also nun das Observatoriumsgrundstück begann, das die Palmenallee mit einschloß, waren — besonders nach der Seeseite hin — auch außerhalb der Allee Palmen angepflanzt worden, sodaß die für das Observatorium gezogene Einfriedigung einen Hain von Palmen umfaßte, deren Zwischenräume meist 6—8 Meter betrugen. Mit Rücksicht auf die auszuführenden Bauliehkeiten hatte ich nur einzelne von diesen zu fällen gehabt. Hinsichtlich einer einwandfreien Aufstellung der meteorologischen Instrumente gab dieser im übrigen auch seines Schattens wegen willkommene Bestand zu einigen Bedenken Anlaß, und erst nach längeren Erwägungen hatte ich mich zur Wahl dieser Aufstellung entschlossen. Noch drei andere Plätze außerhalb des Observatoriumsgebietes waren in Frage gekommen, nämlich erstens die Aufstellung bei dem von mir gemieteten Wohnhaus in Songi, zweitens auf dem später zu Drachenaufstiegen benutzten schmalen, palmen- und häuserlosen Anfangsteil von Mulinuu, in der Nähe des Regierungs-Flaggen-Mastes, und endlich auf der freigelegenen, bei Hochwasser allerdings zur Insel werdenden Landspitze am Mirenpfeiler. Diese drei Plätze hatten ihre Vorzüge, doch überwog schließlich bei allen dreien das Bedenken, daß die Instrumente dort — an ziemlich belebten Verkehrswegen der Samoaner — ohne besondere Bewachung zu sehr exponiert gewesen wären. Ich bevorzugte daher einen innerhalb der Einfriedigung belegenen, palmenlosen Flecken von gegen 30 Meter Durchmesser, auf dem früher ein Wohnhaus gestanden hatte, dessen ovale Grundfläche noch als schwache Erhöhung zu erkennen war. Von dem in seiner Mitte errichteten Regenmesser aus gesehen, überragte der ihn umgebende Palmenkranz die zulässige Höhe von 45° nicht wesentlich. Ich ließ aus dessen Krone zudem öfters so viele Blätter herausschneiden, als ohne dauernde Schädigung der Bäume tunlich schien. Die mehr am Nordrande des kleinen Platzes errichtete Wetterhütte hatte in ihrer Nähe nur jüngere niedrigere Bäume.

Digitized by Google

Das Quecksilber-Barometer ließ sich am zweckmäßigsten in dem Ladenraum des Wohnhauses in Songi unterbringen, woselbst auch der Fneß'sche Barograph Platz fand.

3. Meteorologische Beobachtungen.

Bei der Anstellung der meteorologischen Beobachtnngen leitete mich besonders der Gedanke, daß dnrch die Registrierapparate in Verbindung mit den ihre Verbesserungen liefernden Normalinstrumenten eine möglichst ununterbrochene Reihe von ein bis zwei Jahren zn gewinnen sei, nm hierdurch die ohne diese feineren Hülfsmittel mittels der Ansrüstung einer Station II. Ordnung der Dentschen Seewarte seit dem Anfang der neunziger Jahre von Herrn Dr. med. Funk in Songi mit anerkennenswerter Ansdaner nnd nicht geringem Verständnis angestellten Wetterbeobachtungen dem in ihnen steckenden Wert entsprechend für die Wissenschaft besser nutzbar zn machen, als es ohne eine solche, dnrch die vollkommeneren Instrumente des Samoa-Observatorinms zu gewinnende Vergleichsreihe möglich wäre. Die Funk'schen Beobachtungen gelangen in periodisch erscheinenden Veröffentlichungen der Seewarte mit andern „dentschen überseeischen meteorologischen Beobachtungen" znm Abdruck. Im Hinblick auf jenen Zweck begann ich — am 1. November 1902 — regelmäßige Ablesungen zn den drei Tagesstunden, die sich Herr Dr. Funk gewählt hatte, 7 Uhr morgens, 2 Uhr nachmittags und 9 Uhr abends. Ich ging von dem Gedanken aus, daß sich so für die Hanpt-Wetter-Elemente während der Herrn Dr. Funk und mir gemeinsamen Beobachtungsmonate eine vielleicht nach den verschiedenen Jahreszeiten und den Witterungsverhältnissen etwas wechselnde, aber im Ganzen ziemlich gleichförmige Verbesserung der Funk'schen Ablesungen zu jedem der drei Tagestermine berechnen lassen werde, da man nach der in der Klimatogie üblichen Schlußweise mit ziemlich großer Sicherheit annehmen kann, daß die so gefundenen Verbesserungsbeträge auch für die lange Reihe der vorangegangenen und der hoffentlich noch folgenden späteren Beobachtungsjahre des Herrn Dr. Funk Gültigkeit besitzen werden. Ähnliche, wenn auch etwas weniger feste Schlußfolgerungen würden es, so hoffte ich, ermöglichen mit Hülfe der Anfzeichnungen der Registrierapparate während der gemeinsamen Beobachtungsjahre den Verlauf der täglichen Schwankungen und die täglichen Mittelwerte der hanptsächlichsten meteorologischen Elemente aus den drei einzelnen Terminbeobachtungen anch für die Reihe der Jahre ohne Registrierung abzuleiten.

Da nnr für die Wärme, die Fenchtigkeit und den Druck der Lnft, sowie für den Niederschlag Registrierapparate vorhanden waren, so blieb insbesondere der Sonnenschein und der Wind ohne dauernde Verfolgung. Zur Registrierung der Daner und Stärke der Sonnenstrahlung hatte ich in Göttingen, da das zur Verfügung gestellte Instrument, ohne die für kurze und lange Tage eingerichtete Streifeneinrichtung völlig nmzugestalten, in den Tropen der gleichbleibenden Tageslänge wegen nicht brauchbar war, ein mit geschwärzter und

Digitized by Google

mit durchsichtiger Kugel versehenes durch elektrische Kontakte wirkendes Instrument konstruiert, das die Registriertrommel des Hellmann'schen Regenmessers mit beuntzeu sollte. Zur vorläufigen Erprobung hatte ich das Instrument zurückgelassen, habe es indes leider nicht nachgesandt bekommen.

Für ein stationäres Registrier-Anemometer waren keine Mittel vorhanden, und so ließ ich von dem Schmiedemeister Adam in Apia eine Windfahne mit Stärketafel nach Wild'schem Muster anfertigen, die bei Tage leidliche Windschätzungeu gestattet hat. Ich ließ sie oben auf einer Telefonstange anbringen, die ihrerseits auf der Spitze einer zu diesem Zwecke ihrer Krone beraubten Palme befestigt wurde. Als der Baum später so morsch wurde, daß Gefahr drohte, erbat ich in Ermangelung anderweitiger Hülfe von dem Kommandanten unseres gerade eingelaufenen Kreuzers Condor, Herrn Korvetten-Kapitän Kirchhoff, einige geeignete Leute, um die Stange auf eine andere Palme, deren Weiterentwickelnug ich diesmal nicht völlig abschnitt, umzusetzen, was mit dankenswertem Entgegenkommen und mit seemännischer Gewandheit ausgeführt wurde. Zur deutlicheren Feststellung sowohl schwächerer Winde bei Tage, wie besonders der oft kaum fühlbaren nächtlichen Landbriese um 9 Uhr abends blieb etwas unterhalb der eisernen Windfahne an einem Querholz beständig eine kleine Flagge wehen. Gleichwohl war die Windermittelung besonders um 9 Uhr abends mit einer ziemlich großen Unsicherheit behaftet, wie sich denn auch die Tagesstunden, zu denen der Passat beginnt und aufhört, und in der andern Jahreszeit die unregelmäßigen Windänderungen nicht wohl ohne registrierendes Anemometer verfolgen lassen. Es wäre daher wichtig gewesen, wenn meinem früher gestellten Antrage gemäß Mittel für ein solches hätten beschafft werden können. Doch ist dies während der Zeit meiner Amtsführung nicht möglich gewesen. Da auf der Insel selbst, der ringsum wachsenden Palmen wegen, ein ziemlich hohes und daher kostspieliges Gerüst für eine einwandfreie Aufstellung eines solchen Instrumentes erforderlich wäre, veranlaßte ich 1904, als das Kaiserliche Gouvernement auf dem Außenriff vier Kilometer nord-westlich vom Observatorium eine Bake errichten ließ, im Hinblick darauf, daß mein Antrag vielleicht genehmigt werden könnte, den ausführenden Bauverständigen dazu, die Bake so aufzulegen, daß dort ein registrierendes Anemometer unschwer anzubringen wäre. Es fände dort eine von lokalen Störungen freie Anstellung, die Bedienung könnte einmal in der Woche stattfinden.

Zu den drei täglichen Terminstunden habe ich bis Ende 1904 die folgenden meteorologischen Ablesungen regelmäßig durchgeführt: Thermograph, Hygrograph, zwei Psychrometer-Thermometer, zwei Extrem-Thermometer, sowie als Normal-Psychrometer entweder das Aßmann'sche — wo durch Aspiration — oder das Schubert'sche, wo durch Herumschlendern des Instrumentes das Vorbeiströmen der Luft an den Quecksilbergefäßen bewirkt wird; ferner das Quecksilberbarometer und den Barographen, des Morgens auch den registrierenden Hellmann'schen Regenmesser, ferner notierte ich die Richtung und Stärke des Windes und hinsichtlich der Bewölkung die Form, den Grad und die Zugrichtung.

Digitized by Google

Dazu habe ich dann noch an den beiden ersten Terminen jedes Tages durch Beobachtung vier verschieden entfernter Berge die Durchsichtigkeit der Luft nach einer zehnteiligen Skala geschätzt.

4. Erdmagnetische und seismische Beobachtungen.

Über die mir aufgetragenen geophysikalischen Beobachtungen, insbesondere der erdmagnetischen und seismischen, läßt sich rücksichtlich des ersten Stadiums noch nicht getrennt berichten. Kaum hatte ich mich der einen Seite ernstlicher zugewandt, als Ereignisse eintraten, die mich zwangen, zunächst das Erdbebenpendel in Gang zu setzen. Da es aus den im Vorberichte des Kurators dargelegten Gründen (s. o. S. 16) besonders erwünscht war, die magnetischen Apparate bald in Funktion zu bringen, so widmete ich mich sobald als möglich der Regulierung dieser Instrumente; und zwar schon bevor der Bau des Observatoriums ganz vollendet war. Es handelte sich dabei besonders um die Kompensierung gegen Temperaturschwankungen, welche bei den auf Samoa anders verteilten magnetischen Komponenten neu durchzuführen war. Solche Schwankungen waren trotz der isolierenden Verdoppelung der Bretterwände des Variationshauses und trotz des darüber errichteten Samoa-Schutzhauses im Innern, wenn auch im verminderten Umfang zu erwarten. Zu diesen Untersuchungen benutzte ich teils den in Songi gemieteten Ladenraum. teils das absolnte Haus. Ein über das betreffende Variometer zu stülpender kupferner Ringmantel wurde dabei abwechselnd mit heißem und mit ungewärmtem Wasser gefüllt.

Vulkanausbruch auf Savaii im Jahre 1902. Diese Untersuchungen wurden durch ein Samoa alarmierendes Ereignis unterbrochen, indem am Abend des 2. November 1902 der Amtmann Williams von Savaii die Nachricht brachte, daß dort ein Vulkan ausgebrochen sei. Einer Aufforderung des stellvertretenden Kaiserlichen Gouvernenrs entsprechend begleitete ich ihn am nächsten Tage auf einer Fahrt nach der Nachbarinsel. Obwohl Savaii wie ganz Samoa von vulkanischem Aufbau ist. hatte es seit Menschengedenken keinen Ausbruch erlebt, sodaß sich der Eingeborenen, besonders in den nördlichen Bezirken der Insel, eine gewisse Panik bemächtigt hatte. Der Amtmann Williams hatte seine Schutzbefohlenen vorläufig dadurch etwas zu beruhigen gesucht, daß er ihnen versprochen hatte, er werde den Herrn Gouverneur und mich herüberholen, und ich hatte also nun mein auf vulkanologischem Gebiete recht bescheidenes Wissen im Dienste der gouvernementalen Beruhigungspolitik nutzbar zu machen. In zwei Nummern der samoanischen Zeitung 1902 Nr. 17 u. 18 habe ich über diesen Ausflug nach Savaii und insbesondere über den Aufstieg zu dem hinter Aopo im unwegsamen Innern der Insel ausgebrochenen Krater Berichte veröffentlicht und darf sie hier wohl als hinlänglich bekannt annehmen.

Während der Woche meiner Abwesenheit vom Observatorium führte Herr Lambert freundlicher Weise die eben begonnene Reihe der meteorologischen Ablesungen weiter.

Digitized by Google

Da der Vulkanismus der Erde im Jahre 1902 eine so allgemeine Steigerung zu bis daher unerhörten Dimensionen angenommen hatte und nun auch auf Samoa seine Feuer rauchen ließ, hielt ich es — von Savaii zurückgekehrt — für meine nächste Aufgabe, mich der Beendigung der Seismographenaufstellung und Regulierung zu widmen, und es gelang mir unter freundlichem Beistand eines von Savaii herübergekommenen Weißen, des Herrn Schröder aus Salailua, Mitte Dezember den Seismographen in Gang zu bringen.

Von den Schwierigkeiten, die besonders in den ersten Monaten, aber auch nachher noch häufiger Betriebsstörungen veranlaßten, ohne indeß längere Unterbrechungen hervorzurufen, erwähne ich hier die folgenden. Durch die nicht seltenen Erdbeben, deren Ursprung auf den Inseln selbst oder deren nächster Umgebung zu suchen war, wurden die nur lose in offenen Lagern ruhenden Zäpfchen der Schreibfedern herabgeworfen, besonders wenn die zunächst aus Glas, des häufigen Zerbrechens wegen aber später aus Aluminiumdraht hergestellten Spitzen der Schreibfedern an die an den Enden des Schreibzylinders vorstehenden Ränder stießen. Durch dieses Abfallen der Schreibfedern trat der Apparat nicht selten gleich nach dem ersten heftigen Stoß außer Funktion. Ich glaubte daher auch von einer zur deutlicheren Registrierung der Fernerdbeben seitens des Herrn Professor Wiechert angeratenen empfindlicheren Regulierung des Seismographen absehen zu müssen, doch habe ich später wieder die Aluminium-Schreibfedern durch Glasfedern ersetzt. Ich habe damals und auch später darauf hingewiesen, daß es wünschenswert sei, in Mulinnu, wie auch an andern Punkten Samoas zur Aufzeichnung der Lokalerdbeben geeignete weniger komplizierte Instrumente aufzustellen, und daß auch die vertikale Komponente zu berücksichtigen sei.

Das Triebwerk für die Schreibwalze versagte vielfach den Dienst, wie ich vermute, weil es nicht durch ein besonderes Gehäuse gegen Staub und Insekten geschützt war, die eindrangen, obwohl ich den über dem ganzen Seismographen befindlichen Schutzkasten auf dem Sockel ringsum festgegipst hatte. Das Triebwerk zeigte auch späterhin noch öfters Stockungen, und 1904 mußte ich seinen Regulator mit neuen Flügeln versehen und auf einem neuen Steine laufen lassen.

Die beiden Kontakte der zur Zeitmarkierung mitgeführten Pendeluhr waren ziemlich primitiv und unzugänglich und in der Regel versagte wenigstens einer von ihnen; auch der Elektromagnet der Zeitmarkierung funktionierte erst einigermaßen regelmäßig, nachdem ich einen Stöpselrheostat eingeschaltet hatte. Ich gab daher beständig möglichst oft am Tage Zeitmarken nach dem einen von mir mitgeführten Chronometer.

Zu den hierfür sowie für die übrigen Aufgaben des Observatoriums erforderlichen Zeitbestimmungen konnte ich das dazu besonders bequeme Passage-Instrument auch noch längere Zeit nach Beendigung der astronomischen Ortsbestimmungen mit Erlaubnis des Herrn Dr. Schnee behalten, bis Herr Lammert es gegen Ende des Jahres 1903 ebenso wie ein dazu gehöriges Chronometer dem Auswärtigen Amte wieder zustellen mußte, das es anderweitig zu verwenden

beabsichtigte. Bei den Zeitbestimmungen hatte ich mich sowohl seitens des Herrn Dr. Funk als auch des Herrn Kpt. Frölich öfters freundlicher Beihülfe zu erfreuen.

Nachrichtensammlung über Erdbeben. Um die fühlbaren Erdbeben auch anderweitig untersuchen zu können, habe ich in deutscher und englischer Sprache abgefaßte Meldekarten drucken lassen und sie geeigneten Weißen auf Samoa übermittelt. Etwa 100 davon sind mir bis Ende 1904 ausgefüllt wieder zugegangen. Dagegen blieb es völlig ohne Ergebnisse, daß ich unter bereitwilliger Vermittelung des stellvertretenden Herrn Gouverneurs durch entsprechende, samoanisch abgefaßte Aufforderungen auch die Eingebornen zu solchen Meldungen zu veranlassen suchte.

Um auch über die Fernerdbeben möglichst umfassende Auskunft zu erhalten, habe ich von Viti und Neu-Seeland je eine Zeitschrift bezogen. Vielleicht wird es sich empfehlen, auch in Zukunft nicht nur von diesen Plätzen, sondern auch aus anderen Teilen der Südsee für das Observatorium Zeitschriften zu halten, die nicht nur über Erdbeben, sondern auch über andere außerordentliche Naturerscheinungen Nachrichten bringen, da solche in europäischen Quellen aus jenen entfernten Weltgegenden nur spärlich und ungenau wiedergegeben werden und sich überdies von hier aus nicht leicht kontrollieren lassen. In diesem Zusammenhange erinnere ich hier nur an die auf ein Seebeben zurückgeführte Katastrophe von Tahiti im Januar 1903, ferner an den Orkan, der ein Jahr später Viti und Tonga heimsuchte, sowie endlich an die kürzlich auf den Marshall-Inseln eingetretenen Verheerungen.

Das Samoa-Observatorium selbst hatte im Februar 1903 einigen Schaden durch Unwetter zu erleiden; der Sturm brachte das kleinere der beiden älteren Häuser zum Einsturz und beschädigte das größere. Die Beobachtungshütten und die neuen Samoa-Schutzhäuser hatten erfolgreich standgehalten, wozu bei diesen die Jalousie-Wände ringsum an ihren Stützpfosten festgebunden und auf der Wetterseite außerdem durch davorgesetzte Palmblätter geschützt worden waren, womit auch die Dächer beschwert und verstärkt wurden. Der Wasserstand erreichte dabei vorübergehend solche Höhe, dass die Hauptstrasse, unter andern in Songi an mehreren Stellen überschwemmt und die Böschung zum Teil weggespült wurde, und das Wasser kam denn auch bis auf den Observatoriums-Platz. Nachdem es abgelaufen war, ließ ich die kleineren Schäden ausbessern und den Platz von den vielen, von der Überschwemmung darauf zurückgelassenen Baumabfällen notdürftig reinigen; das am meisten gefährdete absolute Haus ließ ich durch vier kräftige Strebebalken an den Aussenkanten für spätere Fälle versteifen. Der Kaiserliche Gonverneur, Herr Dr. Solf, hatte diesen Anlass benutzt, um das Observatorium und die dort, wie an andern Stellen in und um Apia durch das Unwetter verursachten Schäden persönlich zu besichtigen.

Von Orkanen wird Samoa im Vergleich zu andern Süd-See-Gruppen nur selten betroffen; der letzte ging im Jahre 1883 mit seinem Zentrum über einen Teil von Savaii hin; bei dem Unglückswetter im Jahre 1889 entsprach die lokale

Digitized by Google

Windstärke nicht dem verheerenden Seegang. Die Eingeborenen sind in den ersten drei Monaten jedes Jahres auf einen Orkan gefasst und es wird sich empfehlen, die von mir dort aufgestellten Hütten, die in Deutschland nur für vorübergehende Benutzungsdauer konstruiert waren, mit Rücksicht auf ein derartiges Ereignis — das ja allerdings möglicher Weise auch noch weitere zehn oder zwanzig Jahre ausbleiben könnte — bei erster Gelegenheit zu verstärken und auf feste Fundamente zu setzen Denn man setzt sich sonst der Gefahr aus, dass diese von mir nur lose fundierten Hütten, und damit die Instrumente selbst, bei einer solchen Gelegenheit beschädigt, wenn nicht gar völlig zerstört oder verloren gehen würden; auch ginge man der in solchen kritischen Tagen besonders interessanten und wertvollen Aufzeichnungen der Registrierapparate verlustig. Für einen solchen Fall wird es sich ferner empfehlen, die nach Eingeborenen-Art gebauten Häuser des Observatoriums in der bei den wohlhabenderen Häuptlingen bereits vielfach üblichen Weise auf erhöhte Sockel aus Steinen mit Kalk und Zement zu stellen — was geschehen könnte ohne die Häuser selbst zu ändern. —

Nachdem die Schäden, die das Unwetter verursacht hatte, soweit zunächst erforderlich, ausgebessert waren, widmete ich mich aufs Neue den magnetischen Instrumenten, indem ich den Vorbau zum absoluten Hause als Dunkelkammer zur Entwickelung der Bromsilberpapier-Registrierungen einrichtete, und indem ich die Justierung und Kompensierung der Variometer zu Ende führte. Hierbei bereitete mir das auch in konstruktiver Hinsicht wohl am wenigsten befriedigende von den drei Magnetometern, die magnetische Wage, die grössten Schwierigkeiten. Diese waren auf Samoa schon wegen der dortigen geringen vertikalen Kraftentwickelung des Erdmagnetismus besonders bemerkbar. Die vom 1. April 1903 beginnenden Registrierungen habe ich mit einigen durch Betriebsstörungen vorübergehend hervorgerufenen Unterbrechungen bis zum Eintreffen meines Nachfolgers durchgeführt.

Mangels einer Beschattung des absoluten Hauses erreichte die tägliche Temperaturschwankung darin — wie in jedem ungeschützten Bretterraum in den Tropen — ein äusserst lästiges Mass, das zwei- bis dreifache der Amplitude im Freien, welche bei klarem Wetter um 10° herum zu liegen pflegt. Die Temperatur im Innern wirkte in den beiden Räumen des absoluten Hauses schon in den Vormittagsstunden um 9 oder 10 Uhr nicht nur lähmend auf den Menschen, sondern beeinflußte insbesondere auch die photographischen Operationen bei der Entwickelung der magnetischen Registrierkurven und dem nachfolgenden Auswaschen derselben, obwohl ich durch ein eingeschaltenes Alaunbad für möglichste Härtung der Gelatineschicht Sorge trug. Bei der Entwickelung der Kurven bediente ich mich vielfach der Hülfe des Photographen Tattersall aus Apia. Auch durch Absprengen des Kitts an den Fenstern und an dem Oberlicht wirkte die Sonnenbestrahlung störend, indem sie dadurch, trotz wiederholten Nachkittens, das absolute Haus immer wieder undicht gegen Regen machte, sodaß es zu solchen Zeiten nicht benutzbar war.

Digitized by Google

Von den beiden magnetischen Registrier-Uhrwerken zeigte besonders das eine häufige Störungen, weshalb ich es wiederholt zu dem Uhrmacher Hammrell in Apia, und wenn dieser durch Krankheit verhindert war, zu dem früheren Uhrmacher und damaligen Polizei-Vorsteher, Herrn Fuhs, schaffen mußte, der diese Arbeit aus Gefälligkeit übernahm. Diese Uhrwerke, ebenso wie das Triebwerk des Seismographen und anderes nach Apia zu transportieren, wäre mir nicht möglich gewesen, ohne einen Wagen und die dazu nötigen Zugkräfte zu halten. Dem eingeborenen Personal konnte ich diese delikaten Instrumente nicht wohl zum Tragen überlassen, und im Boot derartige Sachen nach Apia zu befördern, war, auch wenn kein Regenwetter herrschte, des Seeganges wegen ausgeschlossen; denn dieser war an der in Betracht kommenden Landungsstelle in Apia, der Bismarckbrücke, oft so stark, daß selbst die Kriegsschiffsboote dort bisweilen kenterten.

Die Schwierigkeiten, welche mir die magnetischen Beobachtungen bereiteten — und welche den späteren Beginn, die vielfachen Unterbrechungen und im ganzen wenig befriedigende Ergebnisse bewirkten — habe ich der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften in einem besonderen Berichte vom 12. Juni 1904 eingehend dargelegt. Daß ich sie nicht schon früher geschildert hatte, lag daran, dass dadurch für diejenigen Hemmnisse, die in meiner unzureichenden Ausbildung in der Handhabung der betreffenden Instrumente ihren Ursprung hatten, eine Abhülfe nicht zu erwarten stand, indem ein beschleunigtes Einarbeiten bei solchen Instrumenten wohl nur an der Hand eingehender persönlicher Unterweisung seitens der damit völlig vertrauten Männer möglich ist. Überdies wäre die Hervorhebung dieser Schwierigkeiten im Jahre 1903 den damals begonnenen Verhandlungen über die Fortdauer des Observatoriums vermutlich wenig förderlich gewesen.

5. Erweiterung der Baulichkeiten.

Um mich den Arbeiten des Observatoriums zu jeder Tagesstunde widmen zu können, wurde es erforderlich, meinen Wohnsitz dorthin zu verlegen, da das mehrmalige Hin- und Hergehen von Songi aus täglich einen nicht unbeträchtlichen Verlust an Zeit und Energie bildete. Ich ließ mich hierin auch durch den Umstand nicht beirren, daß, da die Verhandlungen über den Fortbestand des Observatoriums noch schwebten, der hohen Kosten wegen an die Errichtung eines festen Gebäudes, wie es der Fremde auf Samoa zu bewohnen pflegt, auf dem Observatoriums-Grundstück vorerst nicht zu denken war, und daß ich mich vielmehr mit den Eingeborenenhütten zu begnügen hatte, obwohl mir allerdings Herr Dr. med. Funk, der seit mehr als 20 Jahren auf Samoa wohnte, besonders für die Regenzeit entschieden hiervon abgeraten hatte, zumal auch ich einige Male unter klimatischen Affektionen vorübergehender Art zu leiden hatte.

Nachdem ich also das im Februar 1903 zusammengebrochne Nebenhaus wieder errichtet hatte, liess ich es durch Anbringung einer aus Bambus- und

Digitized by Google

anderem Rohr geflochtenen Umwandung nnd dnrch einige einfache Einrichtungsgegenstände zu einer ausreichenden Schlafstelle umformen, sodaß ich mir seitdem wenigstens des Abends spät und des Morgens früh jenen Weg ersparte. Ich schritt sodann zum Bau eines als Wohn- und Arbeitsraum geeigneten größeren Samoa-Hauses mitten auf dem Observatoriumsplatze. (Taf. II, Nr. 8).

Für diese Neubanten sah ich davon ab, einen der überaus anspruchsvollen eingeborenen Baumeister mit ihren Leuten anzustellen, vielmehr übertrug ich ihre Beaufsichtigung dem schon seit Ende 1902 mit der Oberaufsicht auf dem Observatoriumsplatze, mit den vielfach erforderlichen Ausbesserungen an den verschiedenen Baulichkeiten, sowie mit dem Dolmetschamt bei den Verhandlungen über Lieferung von einheimischen Baumaterialien betrauten eingeborenen Wärter Exossi, der allerdings in Folge stark ausgebildeter Elephantiasis körperlich vielfach behindert war. Er war in der Lage, Arbeitskräfte aus seiner Verwandtschaft billigst zn besorgen, und ich konnte so ohne die sonst mit derartigen Banten verbundenen sehr beträchtlichen Unkosten fertig werden, die den eingeborenen Bauherren in Gestalt der beständig von den Baulenten geforderten reichlichen Beköstigung besonders fühlbar zn werden pflegen. Durch beträchtlich höhere Pfosten und durch einen verschließbaren Mittelteil zeichnete sich das Hans vor den Eingeborenen-Hütten ähnlicher Art aus. Um anch in den offen verblicbenen halbrunden Endteilen des Hauses vor den meist frei umherlaufenden Hühnern und Schweinen der Samoaner einigermaßen gesichert zu sein, ließ ich die ziemlich hohen Jalousievorhänge ringsum in zwei Teile getrennt aufhängen, sodaß die untere Hälfte stets herabhing, die obere aber meist offen bleiben konnte nnd nur, wo es nötig war, gegen stärkeren Regen oder Sonnenschein herabgelaßen wurde.

Am 1. Dezember 1903 siedelte ich von Songi aus in das nene Haus über. Zum Bereiten und Einnehmen meiner Mahlzeiten fügte ich noch ein kleineres Samoahans hinzn, das Anfang 1904 fertig wurde.

Das Eingeborenen-Personal des Observatoriums war, wie erwähnt, während des Banens etwas verstärkt worden und wohnte nebst meinen beiden persönlichen Dienern in dem größeren der beiden seinerzeit vorgefundenen Samoa-Hänser. Da dies nicht übermäßig geräumig war, ließ ich — zumal das enge Zusammenleben der verschiedenen Familienzweige nicht immer ohne kleinere gelegentliche Verstimmungen ablief — die vordere Grenzeinfriedigung ein wenig hinausrücken und dort, nahe dem mit einem Drehkreuz und einer verschließbaren Einfahrt versehenen Observatoriumseingang ein Pförtner-Häuschen errichten, sodaß nun ansreichend Platz für alle war.

6. Einrichtungen eines meteorologischen Stationsnetzes.

Der Kais. Gonverneur, Herr Dr. Solf, hatte während seines Urlanbs im Jahre 1902 eine Auswahl von meteorologischen Instrumenten von Berlin nach Samoa gesandt, nm hier znm besten des seiner Verwaltung unterstehenden Schutzgebietes ein Netz von Stationen zu begründen. Außer älteren, von Missionaren angestellten Beobachtungen — deren Bearbeitung und Veröffentlichnng

vielleicht schätzenswerte Ergebnisse liefern könnte — und außer neuerdings begonnenen Regenmessungen, die die Deutsche Handels- und Plantagen-Gesellschaft der Südsee-Inseln von einigen ihrer Pflanzer und Händler auf Upolu mit Instrumenten englischer Herkunft ausführen ließ, lag die langjährige wertvolle Beobachtungsreihe des Herrn Dr. Funk in Songi vor, sodaß also besonders die klimatischen Verhältnisse dieses Ortsteiles von Apia als recht bekannt gelten konnten. Ein wachsender Zuzug von Pflanzern begann sich — nachdem gegenüber der früheren Herrschaft der drei Mächte durch die deutsche Besitzergreifung und besonders dadurch, daß es dem Herrn Gouverneur gelungen war, die Samoaner zur Abgabe ihrer Gewehre zu veranlassen, eine gewisse Garantie für ruhige Zeiten geliefert war — sowohl nahe der Küste, als auch weiter im Innern mehr und mehr anzusiedeln, wo sie dem fruchtbaren samoanischen Boden immer reichere und vielartigere Schätze abzuringen trachteten. Dies hatte Herrn Dr. Solf zu der Erkenntnis geführt, dass es vor allem erforderlich sei, hinsichtlich der hauptsächlichsten Wetterelemente, die für das Wachstum der verschiedenen Fruchtarten maßgebend sind, genauere Daten als bisher über die verschiedenen Teile des Schutzgebietes zu ermitteln. Auch der Geheime Regierungsrat Professor Dr. Woltmann, der 1903 durch die Kaiserliche Regierung und die Deutsche Handels- und Plantagengesellschaft berufen, die Pflanzungen auf Samoa einer fachmännischen Besichtigung unterwarf, wies darauf hin, daß einem rationellen Pflanzungsbetriebe eine gründliche Untersuchung sowohl der Bodenverhältnisse wie auch besonders der lokalen klimatischen Bedingungen vorauszugehen habe.

Einige der von Herrn Dr. Solf besorgten Instrumente hatte bereits sein Vertreter, Herr Dr. Schnee, Ende 1902 verteilt; doch fehlte es dabei an irgend einer Information und so traten im Jahre 1903 zunächst einzelne Beobachter und dann auch das Kaiserliche Gouvernement mit der Bitte um Anweisungen an mich heran. Im Interesse des Schutzgebietes glaubte ich mich diesen Aufforderungen nicht entziehen zu dürfen und verfaßte nach Besichtigung der auf dem Gouvernement verbliebenen Instrumente eine diesen und den Verhältnissen auf Samoa entsprechende deutsche Anweisung, die ich dann mit Hülfe der Herren Konsuln von England und Amerika ins Englische übersetzte. Gleichzeitig schien es mir wünschenswert, ein Urteil über den unter den angelangten Gouvernements-Instrumenten befindlichen Hellmann'schen Regenmesser zu gewinnen; ich habe ihn zu diesem Zwecke einige Monate hindurch mit dem ebenfalls von Herrn Hellmann angegebenen registrierenden Regenmesser des Observatoriums verglichen, indem ich sowohl unmittelbar neben dem registrierenden Regenmesser als auch auf der Landspitze neben dem Mirenpfeiler je einen der Gouvernements-Regenmesser aufstellte und täglich mit bediente. Es ergab sich dabei, daß der Gouvernements-Regenmesser von Regenfällen unterhalb einem halben Millimeter, wenn der Tag im übrigen regenlos verlief, öfters keine Spur aufwies, während sie auf dem registrierenden Instrumente deutlich zu erkennen waren. Zu einem ähnlichen Resultate gelangte

Digitized by Google

auch Herr Dr. Funk, der neben seinem Seewarten-Regenmesser ebenfalls eine Zeit lang einen der neuen Gonvernements-Regenmesser zum Vergleich aufgestellt hatte.

Der Herr Gouverneur, dem die Einrichtung des von ihm geplanten meteorologischen Netzes besonders am Herzen lag, lud mich nebst den Herren Dr. med. Funk, Dusterdieck, — Verwalter der Vaitele-Pflanzung der D. H. & P. G. — und Regierungslandmesser Haidlen zu einer Besprechung ein, die am 3. Juni 1903 stattfand. Es wurde beschlossen, das Netz zu befestigen und zu erweitern und dazu neue Formulare und neue Instrumente zu bestellen. Mit Rücksicht auf die Ergebnisse der Untersuchung des 1902 in sechs Exemplaren nach Samoa gesandten Hellmann'schen Regenmessers wurde beschlossen, statt dessen das Modell der Seewarte mit einigen geringfügigen Verbesserungen zu wählen, und so wurde denn auch die Seewarte um Besorgung der übrigen neu zu bestellenden Instrumente und Formulare ersucht. Die Seewarte hat sich dieser Aufforderung bereitwilligst unterzogen und die ganze Sendung kam Anfang 1904 in Apia an. Da das Auswärtige Amt in den andern deutschen Schutzgebieten ausschließlich das Hellmann'sche Regenmessermodell eingeführt hatte, war es mit der Wahl des Modells der Seewarte nicht einverstanden; doch ist aus einem später in den „Mitteilungen von Forschungsreisenden und Gelehrten aus den deutschen Schutzgebieten, mit Benutzung amtlicher Quellen herausgegeben von Dr. Freiherr von Danckelman" veröffentlichten Aufsatze (1904 Bd. 17, S. 1) zu ersehen, daß sich jener in Samoa gefundene Nachteil des Hellmann'schen Regenmessers auch in Dentch-Südwest-Afrika herausgestellt hat. Erscheinen den Untersuchungen in zwei verschiedenen tropischen Weltgegenden zufolge auch die beim Hellmann'schen Regenmesser nicht zur Wahrnehmung gelangenden Regen-Mengen verhältnismäßig unbedeutend, so wird doch dadurch die Statistik der Regen-Tage erheblich beeinflußt. Übrigens wird es sich empfehlen, um bei der Bearbeitung der Ergebnisse von Regenbeobachtungen in einem bestimmten Gebiete grobe systematische Fehler zu vermeiden, sobald die Überlegenheit eines Modells für das betreffende Gebiet von den Fachkreisen anerkannt ist, die andern Modelle wenigstens nach und nach dort auszumerzen; denn eine Vielheit von Regenmesserarten erfordert die peinlichste Aufmerksamkeit bei der Austeilung der verschieden großen Messgläser.

Als die Neubestellungen eingetroffen waren, wurde im Februar 1904 wiederum eine Besprechung abgehalten, an der diesmal, außer dem Herrn Dr. Funk und mir, der Regierungslandmesser Lammert teilnahm, den der Herr Gonverneur mit der Anfbewahrung der Instrumente betraut hatte. Es wurden die Abänderungen und Zusätze zu Instruktion, welche durch das veränderte Regenmessermodell, durch die neu hinzugetretenen Barometer und dergleichen erforderlich geworden waren, besprochen und der allgemeine Verteilungsplan wurde einer Revision unterzogen; doch mußte von der endgültigen Organisierung des ganzen Netzes noch abgesehen werden, zumal da der Herr Gonvernenr beabsichtigte, die Leitung des Netzes später dem Samoa-Observatorium der Königlichen Gesellschaft zu übertragen, dessen Fortbestand aber damals noch nicht völlig gesichert war.

Meine Beziehungen zu dem meteorologischen Beobachtungsnetz behielten daher auch weiter ihren gelegentlichen Charakter bei; so waren mir bisweilen einige der von den Beobachtern dem Kais. Gouvernement eingereichten und dort aufbewahrten monatlichen Zusammenstellungen zur Durchsicht zugestellt worden. Ich glaubte daher die lebenskräftige Entwickelung des Netzes nicht zu verzögern, wenn ich dem Herrn Gouverneur, der sich besonders für die Sicherung der Bearbeitung und Veröffentlichung der Beobachtungsergebnisse des von ihm inaugurierten meteorologischen Netzes interessierte, empfahl, auch mit der Regelung dieser beiden wesentlichen Punkte — von denen sich besonders der zweite auf Samoa nicht erledigen liess — noch zu warten.

7. Pegelbeobachtungen.

Anfang 1904 wurde in unmittelbarer Nachbarschaft des Observatoriums der Pegel des Kais. Gouvernements aufgebaut, der vorher bei der Lotsenstation an der Spitze von Matautu, dem Oststrande der Bucht von Apia, und dann beim Kaiserlichen Zollamt aufgestellt gewesen war, und dessen Ablesung in den Händen des Herrn Kapitäns Frölich lag. Die Aufstellung am Zollamt — am Westhafen von Apia — hatte sich teils des ziemlich beträchtlichen Seeganges, teils des regen Verkehrs wegen nicht bewährt. Als dann der Kapitän Frölich, bald nachdem er den Pegel nach Mulinuu verlegt hatte, aus dem Gouvernementsdienste ausschied, und ein Ersatzmann schwer zu beschaffen war, übernahm ich vom April 1904 an die Pegelablesungen, einer Aufforderung des Herrn Gouverneurs entsprechend, der dazu eine Unterstützung von monatlich 150 ℳ bewilligte. Die Pegelablesungen nahmen täglich 4—6 Stunden in Anspruch, und ich unterwies darin nach einander zwei Herren aus Apia, die indessen beide die Lust daran bald wieder verloren. Unter Aufwendung weiterer 150 ℳ aus den Observatoriumsmitteln und um seine Kräfte in den übrigen Tagesstunden für das Observatorium nutzbar machen zu können stellte ich daher noch im April den Herrn Ingenieur Tobias dazu an, der soeben von Savaii, wo er auf meine Veranlassung den Aopo-Vulkan aufgesucht hatte, zurückgekehrt war. Herr Tobias siedelte ganz nach dem Observatorium über, wo ich ihm ein einfaches Samoa-Haus mit Wohn- und Schlafplatz errichten ließ, und widmete sich nun regelmässig den um die Stunden der Hoch- und Niedrigwasserzeiten fälligen Pegelablesungen. Diese waren bestimmt, einen genaueren Anfschluß über die bisher ziemlich oberflächlich bekannten Gezeiten-Verhältnisse von Apia zu geben. Da Apia in den alljährlich in Washington erscheinenden internationalen Gezeitentafeln als Referenzplatz für den größten Teil der Südsee auftritt, hatte ich es schon in der ersten Zeit meiner Anwesenheit auf Samoa — besonders als ich von dem Herausgeber eines samoanischen Kalenders um die Voransberechnung der Hochwasser-Zeiten für Apia angegangen wurde — empfinden müßen, daß die Flutkonstanten für diesen Hafen bisher nur ungenau bestimmt worden sind und daß es also wünschenswert ist, dort einen registrierenden Pegel aufzustellen; da Mittel für einen solchen nicht

Digitized by Google

zu beschaffen waren, begrüßte ich es mit Freuden, daß nun wenigstens Pegelablesungen regelmässig vorgenommen wurden.

8. Beobachtungen mit Drachen.

Schon im Jahre 1903 hatte ich unter Zuziehung des Kapitäns Frölich mit den Vorarbeiten für Drachenaufstiege begonnen. Die von Herrn Professor Köppen besorgten Drachen nebst der Winde waren ausgepackt, zusammengesetzt und, wo erforderlich, ausgebessert worden; die auf Holzrollen gewundenen, verschieden starken Stahldrahtmengen hatte ich sodann auf die Trommel der Winde gewickelt, und die Registrierapparate geprüft und berichtigt. Unter Assistenz des Herrn Tobias konnte ich nun die Aufstiege beginnen lassen. Der Kaiserliche Gouverneur entsprach meiner Bitte, mir für die sichere Aufbewahrung des gesamten Drachenapparates das dem Gouvernement gehörige, nahe dem Regierungs-Flaggenmast am Anfang der Halbinsel Mulinuu belegene Benzinhaus zur Verfügung zu stellen, ein für den vorliegenden Zweck seiner Lage und Verschließbarkeit wegen besonders geeignetes kleines Wellblechgehäude. Zu den Aufstiegen ließ ich dann die Winde nebst den Drachen und dem übrigen Zubehör auf den benachbarten palmenfreien Platz tragen, den einzigen, der überhaupt für diesen Zweck in Frage kam. Da ich selbständig noch keine Aufstiege mit diesen Kastendrachen geleitet hatte, verunglückten sie nicht selten, zumal da mir nicht, wie den in ähnlicher Lage befindlichen Herren in Europa und Amerika, eine zuverlässige weisse Bedienungsmannschaft zu Gebote stand. Abgesehen davon, daß ich mich mit den samoanischen Hülfskräften, denen diese Arbeit völlig fremd war, nur schwer verständigen konnte, waren sie auch, ihrem ganzen Wesen nach, nicht an das bei der Handhabung der Winde unbedingt erforderliche prompte Befolgen und gleichmäßige Arbeiten gewöhnt. Angesichts dieser Sachlage mußte ich, obwohl einige der Aufstiege bis über 1000 m Höhe ohne erhebliche Unfälle verliefen, doch Bedenken tragen, die nur in der Zweizahl vorhandenen kostbaren Registrierapparate den Drachen anzuvertrauen, sah mich vielmehr genötigt, diese Versuche einzustellen und für eine spätere Zeit aufzuschieben, wo das Observatorium mit einem kräftigeren weißen Personal versehen sein würde.

9. Fortdauer des Observatoriums.

Mein ursprünglich für die Dauer von $^5/_4$ Jahren bemessener Aufenthalt in Samoa nahte sich bereits seinem Ende zu, als mir von Seiten der K. Gesellschaft der Wissenschaften im Juli 1903 die Aufforderung zuging, noch bis zum April des nächsten Jahres zu verbleiben. Ich ging hierauf bereitwillig ein, da auch mir daran gelegen sein mußte, die registrierenden Beobachtungen wenigstens ein volles Jahr hindurch durchzuführen, während sich der Beginn derselben aus den in Obigem dargelegten zwingenden Gründen weit über den Anfangstermin, der

Digitized by Google

kontraktlich in Aussicht genommen war, hinaus geschoben hatte. Der Kais. Gouverneur hatte schon einige Monate vorher spontan den Wunsch ausgesprochen, das Observatorium länger erhalten zu sehen. Erneuten Anstoß erhielt die Frage im Februar 1904 dadurch, daß sich in Amerika Anzeichen für Errichtung eigener Beobachtungsstationen im Bereich des Stillen Oceans fanden und in Pago-Pago auf Tutuila Material zu einem Regierungs-Observatorium eintraf. Als sich in jener Zeit die von der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften betriebenen Verhandlungen zur Beschaffung von Mitteln für die weitere Dauer des Observatoriums dem Ziele näherten, fertigte ich, um dabei den maßgebenden Instanzen einen Anhalt für die künftigen Ausgaben des Observatoriums zu bieten, auf Grund der vom Gouvernement aufbewahrten Beleg-Duplikate eine nach verschiedenen Kategorien geordnete Zusammenstellung der bisherigen Aufwendungen an. Auf Veranlassung des Herrn Gouverneurs — der sich dauernd auf's lebhafteste für den Forthestand des Observatoriums interessierte, und dem ich auf seinen Wunsch die dabei meiner Meinung nach zu berücksichtigenden Erfordernisse ausführlich dargelegt hatte — übersandte die Kais. Gouvernementskasse der K. Gesellschaft der Wissenschaften sowohl jene Zusammenstellung als auch einen aus Besprechungen zwischen dem Kais. Herrn Gouvernenr, sowie dem Vorsteher der Gouvernementskasse, Herrn Schmolck, und mir hervorgegangenen Voranschlag. Gleichzeitig erklärte ich mich bereit, da mein Nachfolger erst später eintreffen konnte, meinen Aufenthalt auf Samoa abermals über den 1. April 1904 hinaus zu verlängern, obwohl er mir unter den obwaltenden Umständen — trotz einer von der Königlichen Gesellschaft seit dem 1. Oktober 1903 beschlossenen Gehaltserhöhung — wenig Befriedigung versprach. Herrn Tobias unterwies ich auch allmählich in der Ablesung und Handhabung der meteorologischen Instrumente und in der Bedienung des Seismographen; ich beabsichtigte dabei, ihm diesen Teil der Observatoriumsarbeiten selbständig zu übertragen, um mich selbst mit den magnetischen und luftelektrischen Untersuchungen intensiver beschäftigen zu können; insbesondere hatte ich bis dahin bezüglich der letzteren nur einige Vorversuche anstellen können. Es sollte aber zur Ausführung dieser Pläne nicht mehr kommen, denn der Pegel wurde auf Veranlassung des Kommandanten des Kreuzers „Condor", des Herrn Korvetten-Kapitän Kirchhoff, im August 1904 von Mulinun nach Matautu zur Lootsenstation verlegt; Herr Tobias verließ daher das Observatorium und kehrte bald darauf nach Deutschland zurück. Herrn Kapitän Kirchhoff hatte bei der Anregung zu dieser Verlegung des Pegels, dessen Ablesung der Herr Gouverneur nunmehr dem Lootsen übertrug, der Gedanke geleitet, daß es zweckmäßig sei, die Gezeiten-Verhältnisse möglichst nahe dem eigentlichen Hafen von Apia zu untersuchen, wie er sich denn überhaupt für die Verbesserung dieses Hafens besonders lebhaft interessierte — ein Interesse, welches während dieser Zeit in einer auf dem Gouvernement veranstalteten Besprechung von 18 Verbesserungsvorschlägen des Herrn Kapitäns seinen Ausdruck fand, zu der der Kais. Herr Gouvernenr auch mich eingeladen hatte. Der Herr Kommandant hatte sich u. a. vorgenommen,

Digitized by Google

den Hafen zu vermessen, und ich konnte ihm hierzu sowohl einen allgemeinen Arbeitsplan vorschlagen, als auch durch Vermittelung bei den betreffenden Häuptlingen auf Mulinuu dazu verhelfen, daß die von Herrn Landmesser LAMMERT früher festgelegte Basis durch Beseitigung der darauf inzwischen erstandenen Hindernisse, wie Hütten, Bananen etc., wieder benutzbar wurde und konnte so dem Kriegsschiff einen Gegendienst für die Neuerrichtung der Observatoriums-Windfahne leisten.

Um einem Verfall der Observatoriums-Hütten vorzubeugen, ließ ich 1904 die ursprünglich nur für eine Haltbarkeit von ein bis zwei Jahren berechneten Samoa-Schutzbäuser mit neuen Lau und Pola versehen; auch machte sich die Errichtung eines einfachen Bootschuppens aus einheimischem Material sowie eines Bootsteges und eines Abtrittes erforderlich.

In diesen letzten Monaten vor der Ankunft des zu meinem Nachfolger berufenen Herrn Dr. LINKE — dem ich in dieser Zeit seinem Verlangen entsprechend, sowohl betreffs seiner persönlichen Ausrüstung, als auch betreffs der sachlichen Bedürfnisse des Observatoriums Ratschläge erteilte — beschäftigte ich mich unter Beistand des für einige Monate angestellten Herrn DIETZSCH, den später Herr GOSCHE ablöste, mit Ordnen und Eintragen der Orignalablesungen, die sich durch die verlängerte Aufenthaltsdauer allzusehr angehäuft hatten, obwohl ich bei dieser Arbeit gelegentlich auf dem amerikanischen Konsulate freundschaftliche Hülfe gefunden hatte. Beim dauernden Betriebe eines Observatoriums ist es natürlich erforderlich, diese Eintragungen stets auf dem Laufenden zu halten.

Um den für derartige Bureauarbeiten notwendigen, vor Wind und Wetter geschützten Arbeitsplatz zu sichern und aus den schon früher angegebenen sonstigen Gründen wurde inzwischen der Bau eines festen Observatoriums-Wohnhauses angeregt, seine Ausführung blieb aber meinem Nachfolger vorbehalten. Da für die Errichtung dieses Hauses ein Platz in der Nähe des Malietoa-Grabes in erster Linie in Frage kam, das auch einer in Zukunft vielleicht zu andern Zwecken wünschenswerten Erweiterung des Observatoriums unbequem werden konnte, trat ich sowohl mit dem Oberhaupt der Malietoa-Familie, FAALATA, als auch mit dem Sohne des Malietoa-Laupepa, TANUMAFILI, in Verbindung, um sie zu veranlassen, dem bei den Samoanern im allgemeinen üblichen Gebrauche gemäß, die Gebeine des Toten nach seinem Heimatsitze zu überführen. TANU erklärte sich bereit, die Angelegenheit der in diesem Falle zuständigen Ortschaft Sapapalii auf Savaii zu unterbreiten. Da derartige Verhandlungen auf Samoa ziemlich lange zu dauern pflegen, habe ich die Sache nicht bis zu Ende verfolgen können, mußte die Erledigung der Angelegenheit vielmehr meinem Nachfolger überlassen.

10. Aufbruch und Übergabe des Observatoriums.

Herr Dr. LINKE langte am 15. Dezember 1904 in Apia an. Im Laufe der nächsten Wochen übernahm er die verschiedenen Instrumente, für die er manche

Digitized by Google

Vervollständigungen und Ersatzteile mithrachte. Ich stellte ihn dem Herrn Gouvernenr vor und machte ihn mit den angesehendsteu Weißen von Apia — die ich zu diesem Zwecke zum Observatorium einlnd — wie auch mit Mataafa bekannt.

Am 22. Dezember hielt der Kais. Gonverneur, Herr Dr. Solf, über die Neueinrichtung und Übergahe des Observatoriums eine Besprechung im Gouvernements-Gebände ab, an der anßer Herrn Dr. Linke und mir der Kaiserliche Oberrichter, Dr. Schultz, und die Herren Lammert und Schmolck teilnahmen. Der Herr Gonverneur verkündete dabei, daß er zum Mitgliede des von der Königlichen Gesellschaft neuerdings eingesetzten Kuratoriums des Samoa-Observatoriums erwählt sei; da er einige Tage darauf einen Erholungsurlauh nach Neu-Seeland anzntreten beahsichtigte, so betrante er Herrn Dr. Schultz auch in dieser Beziehung mit seiner Vertretung.

Ich erwähne nur noch, daß der Herr Gonverneur dabei dem Obsservatorium die Oberleituug des meteorologischeu Beobachtungsnetzes anvertraute und mir die Aufgabe übertrug, in einer demnächst anf Kosten des Gonvernements auszuführenden Rundreise nene Statiouen einzurichten und die hisherigen zu inspizieren.

Von Mitte Jannar 1905 ab his zu meiner Ahreise wohnte ich zuerst in der Dienstwohnung des Kais. Oberrichters, Herrn Dr. Schultz, in Songi und später im Hause des Herrn Ingenieur Haaben, welcher mir das frenndschaftliche Anerbieten gemacht hatte, bis zu meiner Ahreise von Samoa hei ihm zu wohnen.

Die offizielle Übergabe — der anch Herr Regierungs-Landmesser Lammert auf Veranlassung des Herrn Gonverveurs heiwohnte, — fand am 10. Januar statt.

Zwischen meinem Nachfolger und mir war nun noch manches zu ordnen; dazu gehörte unter anderm anch, daß er den größten Teil meines nicht unheträchtlichen privaten Inventars an Möbeln, Geschirr nnd anderen täglichen Gehrauchs- und Verhranchsgegenständen übernahm.

Herr Lammert übergab mir die von ihm verwaltenden Bestände des meteorologischen Gonvernementsnetzes, die Instrumente verschiedener Art, die von dem K. Prenss. Meteorologischen Institnt und von der Dentschen Seewarte mitgeteilten Korrektiouen, die in den beiden früher abgehalteuen Besprechungen beschlossenen Verteilungspläne nsw., und ich konnte mich nun während der zweiteu Hälfte des Monats Januar auf die mir übertragene Rundreise vorbereiten. Über den Verlauf meiner am 1. Februar angetretenen Reise um Upoln und der nach Savaii gerichteten folgenden Reise habe ich nach meiner Rückkehr im April einen dem Herrn Gouverneur eingereichten Bericht abgefaßt.

Im Hause des Herrn Haaben konnte ich mich dann von den ungewohuten Anstrengungeu der Rundreise um die Inseln erholen und von dort aus die der Inspektion dringend bedürftigen meteorologischen Stationen in Mulifanua und Faleasiu nochmals besuchen, während ich die beahsichtigte Errichtung einer Station am Lanutoo und die Besichtigung der Instrumente in Afiamalu und Safata leider aufgeben mußte. Ich hatte diese Geschäfte nun meinem Nachfolger zu

Digitized by Google

überlassen, den ich denn auch über die Situation der einzelnen Stationen, die Persönlichkeit der Beobachter usw. durch ausführliche Notizen orientierte.

11. Rückreise.

Während ich den größten Teil meines Gepäckes auf dem weit billigeren Wege über Sydney und Suez abgehen ließ, auf dem es Mitte August in Bremen eintreffen mußte, schlug ich selbst den Weg durch die Vereinigten Staaten ein.

Nach einer sehr unruhig verlaufenen Überfahrt mit dem Dampfer „Maori", Kapitän Allen, kam ich am Morgen des 5. Juni 1905 in Pango-Pango an und machte sogleich dem Gouverneur, Commander Moore, einen Besuch. Meiner Bitte entsprechend, gab er mir sofort Gelegenheit, den Vorsteher des dort im Werden begriffenen Observatoriums, Herrn C. W. Frederick, kennen zu lernen. [1]) Dieser nahm mich freundlichst auf und führte mich zu dem von den übrigen Anlagen und Wohnplätzen der Marine-Station etwa eine halbe Stunde entfernten Observatoriumsplatz, der auf einem west-östlich streichenden, in die Bucht hineinragenden Rücken gegen 70 m über dem Meeresspiegel gelegen war.

Von Pango-Pango fuhr ich am nächsten Morgen, den 6. Juni, mit dem Dampfer „Ventura" der Oceanic Steamship Co. über Honolulu nach San Franzisco weiter. Um nicht die durch das Eintreffen meiner Frachtsendung in Bremen gegebene Reisedauer zu überschreiten, und da mir eine Verminderung der für den amerikanischen Kontinent vorgesehenen sechswöchentlichen Durchquerungsdauer nicht empfehlenswert schien, hatte ich auf eine genauere Besichtigung der interessanten Inselwelt von Hawaii — wo sich der mächtige Vulkan Kilauea gerade im Ausbruch befand — Verzicht zu leisten. In Honolulu hielt sich der Dampfer nur so kurze Zeit auf, daß ich das entfernte magnetische Observatorium nicht besuchen konnte, zu dessen Erreichung man die Eisenbahn zu benutzen und noch eine längere Fußwanderung auszuführen hat.

Bei meiner Weiterreise von Honolulu machte sich ziemlich plötzlich eine erhebliche Temperaturabnahme geltend, sodaß sich bei mir seitdem eine auf Samoa nur wenig empfundene katarrhalische Affektion beträchtlich steigerte, an der ich dann noch lange zu leiden hatte. In San Franzisco speziell, wo ich am 19. Juni ankam, hatte ich während der dort — teils mit der Vorbereitung meiner Weiterreise, teils mit der Besichtigung der Sternwarten, ähnlicher Institute und der Hauptsehenswürdigkeiten der Stadt und der Umgebung — verbrachten Woche beständig einen rauhen, stanbigen Wind auszuhalten. Ich hätte daher schon aus diesem Grunde von den acht für die Weiterfahrt möglichen Routen die südlichste, die Santa Fé-Linie gewählt, wenn ich diese nicht schon um deswillen von vornherein ins Ange gefaßt hätte, weil sie mich zu den Sternwarten des Westens

1) Über das dort in jener Zeit im Bau begriffene Institut habe ich ausführlich an die K. Gesellschaft berichtet. Es verlohnt jetzt, wo seine Aufhebung beschlossen ist, nicht, diese Ausführungen hier abzudrucken, doch möchte ich die freundliche Aufnahme, die ich bei dem damaligen Leiter, Herrn C. W. Frederick fand, dankend hervorheben.

Digitized by Google

führte und außerdem den Besuch des großen Cañon des Colorado-Flusses ermöglichte, den mir Herr Dr. Schnee und Herr Williams als das größte Naturschauspiel der Vereinigten Staaten bezeichnet hatten.

Meine Reise durch die Vereinigten Staaten [1]) verlief trotz meiner angegriffenen Gesundheit im Ganzen programmmäßig. Von Baltimore fuhr ich am 2. August mit dem Lloyddampfer Chemnitz, Kapitän Jantzen, ab und gelangte am 15. August in Bremen an. Ich mußte mich nunmehr aber erst längere Zeit von den Anstrengungen der Reise und des Tropenaufenthalts erholen, ehe ich die Bearbeitung der Beobachtungsergebnisse in die Hand nehmen konnte.

Zu letztem Zweck übersiedelte ich am 11. November 1905 nach Göttingen, wo mir im Geophysikalischen Institut des Herrn Professor Wiechert ein Arbeitsplatz zur Verfügung gestellt ward, an dem das gesamte inzwischen eingetroffene Beobachtungs-Material vereinigt werden konnte. Ich widmete mich zunächst der Bearbeitung der Regenmessungen in Apia, dann der Naherdbeben. Zu meinem Bedauern konnte ich die Ergebnisse bei meiner Übernahme einer Stellung an der K. Sternwarte in Kiel am 1. Oktober 1906 noch nicht druckfertig abgeben. Dort sind dann die meteorologischen Ergebnisse vollendet; die Arbeit über die Naherdbeben wird demnächst folgen.

---

1) Ich erlaube mir, die von mir besuchten Sternwarten und ähnliche Institute anzuführen:
California: Mare Island U. S. Naval Observatory, T. I. I. See;
„ Berkeley, Students Observatory, Prof. Leuschner;
„ Mt. Hamilton, Lick Observatory, Stellv. Dir. Tucker;
„ Palo Alto, Leland Stanfort jun., Universität;
„ Mt. Wilson, Solar Observatory, Prof. Barnard u. Ellermann;
„ Pasadena, „ „ Direktor Prof. Hale;
„ „ „ „ Werkstatt, Prof. Ritchey;
Arizona: Flagstaff Observatory, Mr. Percival Lowell;
Nebraska: Omaha, Creigbton-Univ.-Observatory, Prof. William F. Rigge, S. J.;
Wisconsin: Williamsbay, Yerkes-Observatory, Prof. Frost;
Illinois: Chicago, Students-Observatory, Prof. Laves;
„ Evenston, Dearborn-Observatory, Prof. Hough;
New York: Albany, Dudley-Observatory, Prof. Boss;
D. C.: Washington, U. S. Naval Observatory, Stellv. Dir. Commander Griffin;
„ „ U. S. Weather Bureau, Prof. Willis L. Moore;
„ „ Bureau of Standards u. andere Institute;
„ Georgetown, Univ.-Observatory, Prof. J. G. Hagen, S. J.;
Mass.: Cambridge, Harvard-College-Observatory, Prof. E. C. Pickering;
„ Blue Hill, Meteorol. Observatory, Prof. Rotch;
Maryland: Cheltenbam, Magn. Observatory, Mr. William F. Wallis.

Digitized by Google

III.

Bericht über die Arbeiten des Samoa-Observatoriums in den Jahren 1905 und 1906

von

Dr. Franz Linke.

Einleitung.

Am 17. September 1904 trat ich in den Dienst des Samoa-Observatoriums. Die mir bis zur Abfahrt von Bremen am 4. November verbleibende Zeit wurde zu Besprechungen mit den Kuratoriumsmitgliedern in Göttingen, Unterweisungen durch Herrn Prof. Wiechert betr. Neuerungen an den seismischen Instrumenten etc. verwandt. Zwei Tage verbrachte in Hamburg behufs Einführung in Drachenexperimente durch Herrn Prof. Köppen. Etwa eine Woche lang stellte ich Vergleichsmessungen mit dem magnetischen Theodoliten am Magn. Observatorium in Potsdam an, wobei ich Ratschläge des Herrn Prof. Adolf Schmidt betreffs der Arbeiten in Samoa einzuholen Gelegenheit hatte.

Aus dem Bestande der Südpolarexpedition wurde dem Samoa-Observatorium eine große Zahl von Instrumenten und Materialien zur Verfügung gestellt, die — soweit nötig war — in brauchbaren Zustand versetzt und verpackt wurden.

Es hatte sich die Notwendigkeit herausgestellt, daß ein mit den Instrumenten vertrauter Gehilfe nach Samoa entsandt wurde. Einen solchen fanden wir in A. Possin, einem früheren Mitgliede der Südpolar-Expedition, der zur Erlangung einiger technischer Fertigkeit in der Reparatur von Instrumenten einige Zeit in den Werkstätten von G. Bartels-Göttingen unterwiesen wurde.

Für meine Überfahrt, die auf dem Wege Bremen-New-York-San Franzisco-Pango-Pango erfolgte, boten sich zwei Aufgaben: der Anschluß unserer magnetischen Beobachtungen an die des Observatoriums in Cheltenham (Washington) und die Messung der Radioaktivität und Leitfähigkeit der Luft über den Ozeanen.

Digitized by Google

Die Arbeiten in Washington und Cheltenham gaben mir erwünschte Gelegenheit, mit Herrn Dr. L. A. Bauer über gegenseitige Unterstützung gelegentlich der von ihm beabsichtigten und nunmehr teilweise durchgeführten magnetischen Vermessung des Stillen Ozeans Vereinbarungen zu treffen.

Die luftelektrischen Messungen wurden auf dem Atlantischen Ozean durch anhaltendes schlechtes Wetter verhindert. Über Messungen auf dem Stillen Ozean ist ein vorläufiger Bericht bereits veröffentlicht. [1])

Am Mittwoch, dem 16. Dezember kam ich in Apia an und übernahm am 1. Januar 1905 die Leitung des Observatoriums, die ich bis zum 31. Januar 1907 behielt. —

Bei der Auffassung meiner Aufgabe ging ich davon aus, daß das Observatorium in der Absicht gegründet ist, aus dem Stillen Ozean exakte Beobachtungen in Seismik, Erdmagnetismus, Luftelektrizität und Meteorologie zu bekommen. Ein Geophysikalisches Observatorium unterscheidet sich wesentlich von einem Geophysikalischen Institute. Letzteres hat die Aufgabe, spezielle, bisher unbekannte Gebiete nach Wahl der Beteiligten zu bearbeiten und dabei Beobachtungen von Observatorien zu verwenden oder, wenn solche noch nicht vorliegen, in die Wege zu leiten. Ein Observatorium hingegen soll solche Beobachtungen durch schematische Tätigkeit sammeln. Seine Aufgabe ist daher, in allen einmal in Angriff genommenen Gebieten eine lückenlose Durchführung von systematischen Beobachtungen mit der höchsterreichbaren Genauigkeit und der peinlichsten Sorgfalt für längere Zeitabschnitte zu erzielen. Aus allen diesen Überlegungen heraus war ich in erster Linie bemüht, solche Beobachtungen einzurichten, die auch an andern Observatorien angestellt werden; erst in zweiter Linie kamen einzelne neue Untersuchungen, die vielleicht mehr aktuelles Interesse, aber als Einzelbeobachtungen weniger wissenschaftlichen Wert haben: Drachenaufstiege und die neuen luftelektrischen Messungen mit ihren noch nicht genügend eingeführten Methoden.

Besonderen Wert legte ich darauf, daß alles, was einmal angefangen war, auch mit Energie durchgeführt wurde.

Der Stand der Dinge bei der Übernahme war folgender: Das Observatorium war an einem für seine Zwecke besonders günstigen Platze errichtet. Die Instrumente waren teils in den von Deutschland gesandten Holzhäusern aufgestellt, teils in Samoa-Häusern untergebracht. Es wurden magnetische, seismische und meteorologische Registrierungen durchgeführt und meteorologische und Zeit-Beobachtungen angestellt.

Ich konnte daher ohne weiteres mit meinen Arbeiten beginnen, wenngleich ich mit neuen Ideen und Erfahrungen, neuen Kräften und Instrumenten einrückend, im Anfange mannigfache Veränderungen vornahm.

1. Personal, Diensteinteilung, Kassenführung.

Der Schreiber dieses Berichtes hatte als Assistent für Meteorologie in der Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin die meteorologischen Arbeiten, als

1) Nachrichten d. K. Ges. d. Wiss. Math. phys. Kl., 1906. S. 490.

Digitized by Google

Assistent an der magnetischen Landesaufnahme zu Potsdam. (Meteor.-Magn. Observatorium) die magnetischen, als Assistent am Geophysikalischen Institute in Göttingen vorzugsweise die seismischen, durch private Beschäftigung die luftelektrischen Forschungsmethoden kennen gelernt und Gelegenheit gehabt, sich in astronomischen Messungen und aeronautischen Problemen zu üben.

A. Possin war als Matrose der Südpolexpedition unter Herrn v. Drygalski gelegentlich zur Bedienung und Ablesung von Instrumenten herangezogen worden und für die zweite Überwinterung (die nicht zustande kam) vom Leiter der Expedition als Gehilfe bei dessen astronomischen und Gravitations-Messungen vorgesehen.

C. Kaufmann trat Anfang Juli 1905 in den Dienst des Samoa-Observatoriums. Er hatte verschiedentlich Stellungen als Privatsekretär inne gehabt.

Vom samoanischen Personal soll nur der alte Wärter Exosi erwähnt werden, der, ein früherer Seemann, durch hochentwickeltes Pflichtgefühl und treues Eintreten für das Interesse des Observatoriums und seiner Beamten sich zum unentbehrlichen Faktotum gemacht hat. —

Die tägliche Bedienung der Registrierinstrumente (Bogenwechsel, Uhraufziehen, Zeitmarken) sowie die täglich vorzunehmenden Kontrollbeobachtungen war die Hauptaufgabe Possins, die ihm für den Vormittag kaum Zeit zu andern Arbeiten ließ. Ihm fielen auch in erster Linie die fortwährenden Reparaturen von Apparaten zu, wobei nur selten die Hilfe eines Mechanikers, Uhrmachers oder sonstigen Handwerkers in Anspruch genommen zu werden brauchte. Ferner hatte er die Aufsicht über die samoanischen Arbeiter. Als Dienststunden waren für ihn 7 bis 12 und 2 bis 5 Uhr festgesetzt, die aber oft nicht zur Bewältigung der Arbeiten genügten.

Herr Kaufmann besorgte die Korrespondenz, die Bestellungen und die Abrechnungen. Er ordnete das eingehende Beobachtungsmaterial, wobei er die sofort zu benutzenden Resultate schon berechnete. Ihm ist es zu danken, daß Tabellen, Verzeichnisse und Abrechnungen stets richtig und übersichtlich waren, und daß das Material in gutem geordneten und sogleich gebrauchsfertigen Zustande in Deutschland anlangte.

Die Art der Rechnungsablage hat im Laufe der Zeit sich mehrfach geändert. Zuerst wurden alle einlaufenden Rechnungen vom Leiter bestätigt und angewiesen und daraufhin von der Gouvernementskasse bezahlt, welche die Originalbeläge nach Deutschland schickte und Duplikate behielt. Dabei blieben jedoch keine Beläge in den Händen des Observatoriums (dreifache Rechnungsausstellung kann von den Geschäften nicht verlangt werden), und bei späterer Anfrage oder bei Versehen ließen sich peinliche Situationen nicht vermeiden. Es wurde deshalb seit Beginn des Etatsjahres 1906 der Modus gewählt, daß alle Rechnungen vom Observatorium bezahlt und die Originalquittungen mit Abrechnung direkt nach Göttingen gesandt wurden, während wir uns die Beträge von Zeit zu Zeit von der Gouvernementskasse gegen Gesamtquittung wiedererstatten ließen.

Ein fernerer Hauptvorteil dieses Verfahrens war noch eine erhebliche Beschleunigung in der Rechnungsablage. Das alles gehörte zu den Arbeiten des Herrn KAUFMANN.

Dem EXOSI war es zur Pflicht gemacht, mit den Mitgliedern seiner Familie den ganzen Observatoriumsplatz in gutem Zustande zu halten. Er besserte die Samoa-Häuser, so oft es nötig wurde, aus und besorgte als Tischler, Bootsbauer, Anstreicher, Glaser, Sattler, Schneider und Schuhmacher alle kleinen Geschäfte, die man von ihm verlangte.

Von täglich wiederkehrenden Arbeiten hatte ich selbst nur wenig übernommen, um stets für besondere Arbeiten Zeit zu haben und immer sogleich einspringen zu können, wo es gerade nötig war; bei der großen Anzahl von Registrierapparaten, die im Gange gehalten wurden, kamen sehr häufig kleine Unfälle vor, die sofort beseitigt werden mußten.

So oft jedoch ein neuer Apparat oder neue Beobachtungen in Angriff genommen wurden, übernahm ich den täglichen Dienst, bis ich die Eigenart der Methode erfaßt hatte und alle Mängel überwunden waren, die neuaufgestellten Instrumenten anzuhaften pflegen. Das registrierende Elektrometer von Benndorf habe ich jedoch wegen der in Samoa fast unüberwindlichen Isolationsschwierigkeiten stets selbst bedienen müssen. Bei allem übrigen beschränkte ich mich auf gelegentliche Kontrollen zu irgend einer passenden Zeit. Hauptsächlich fielen mir alle Messungen und Konstantenbestimmungen der magnetischen Variations- und Beobachtungsinstrumente sowie des Seismographen zu, ferner alle magnetischen und seismischen Berechnungen, Fertigstellen der Monatsberichte über Erdbeben und die Korrespondenzen. Herr KAUFMANN und ich hielten als Bureaustunden die Zeit von 8 bis 12 und 2 bis 4 Uhr inne, doch wurde von ersterem zeitweise die Arbeitszeit von 8 bis 2 bevorzugt. Da ich tagsüber durch Beobachtungen, Kontrollierungen und mit den andern Beamten gemeinschaftlich zu erledigende Arbeiten sehr in Anspruch genommen war, mußte ich meist die Abendstunden zu Hilfe nehmen.

Bei Erkrankung oder Urlaub eines Beamten wurden die eiligen Geschäfte unter die andern geteilt. Da ich die Erfahrung gemacht hatte, daß kleine Reisen zu Fuß, zu Pferde oder im Boote das Wohlbefinden überraschend günstig beeinflussen und die Arbeitskraft erhöhen, ist bei Urlaubsgesuchen für ein oder einige Tage stets sehr liberal verfahren worden, wenn es sich mit der jeweiligen Arbeit vereinbaren ließ. Längere Krankheiten kamen nur bei Herrn KAUFMANN vor. Sonst war der Gesundheitszustand recht zufriedenstellend.

2. Bauliche Veränderungen.

Bei Übernahme des Observatoriums war der äußere Eindruck der eines Samoadorfes. Dem Blicke des von Apia aus den Stacheldrahtzaun am Drehkreuz Durchschreitenden boten sich nur Samoahütten dar, zuerst die kleinen, recht verfallenen Hütten der samoanischen Arbeiter, dann die etwas besseren,

Digitized by Google

aber meist auch nur in gebückter Haltung zu betretenden Hütten, in denen die beiden weißen Beamten wohnten. Auch die von Deutschland eingeführten Holzhäuser waren bis auf eins zum Schutze gegen Sonnenstrahlen mit Samoadächern versehen.

Nun ist gewiß das Samoahaus die kühlste und dem Klima entsprechendste, bei gutem Wetter auch wohl angenehmste Unterkunft. Herr Dr. Tetens hat deshalb (und aus Gründen der Sparsamkeit) diese Behausung gewählt. Sehr viele Gründe sprachen jedoch dagegen: Bei regnerischem Wetter ist es im Innern zum Arbeiten zu dunkel, da die Jalousien aus Kokosblättern herabgelassen werden müssen. Ferner ist dann alles im Innern feucht: Matten, Mobiliar, Kleidung; Tinte läuft auf dem feuchten Papier aus; jeder unvermutete Windstoß bringt Papiere, Bücher in das gefährlichste Durcheinander. Bei gutem Wetter und hochgezogenen Jalousien läßt es sich nicht vermeiden, daß Hühner und sonstige Haustiere hineingehen; bei Sturm bieten die Samoahäuser den Bewohnern sowohl als den dort aufbewahrten Gegenständen keinen sichern Schutz. Für Schreib- und Rechenarbeiten, sowie als Aufbewahrungsräume für Beobachtungsmaterial und Instrumente sind Samoahütten jedenfalls unzulässig. Es sprechen noch andere Gründe dagegen, daß weiße Beamte, zumal wenn sie zu den höchsten des Schutzgebietes zählen, in Samoanerhütten wohnen. Es soll nur noch auf den hygienischen Mangel hingewiesen werden: Die Ausdünstungen des feuchten Bodens sind nach Urteil der dortigen Ärzte Ursachen vieler Krankheiten.

Nach Ende der Regenzeit 1905 war es mir daher klar, daß ein festes Dienstgebäude gebaut werden müsse. Es wurde vom Bauunternehmer Fr. Stünzner und mir ein Plan ausgearbeitet, nach welchem nach erfolgter Genehmigung durch das Kuratorium der Bau im Mai 1905 begonnen und im November desselben Jahres beendet wurde. Der Grund für die lange Bauzeit war das Ausbleiben des bestellten Bauholzes. Das genau nach den Himmelsrichtungen orientierte Gebäude (Vergl. Taf. VII) hat eine Grundfläche von 10×10 m, worin Veranden an der Nord- und Südseite eingeschlossen sind. Die Fundierung ist mit Rücksicht auf den weichen Untergrund, (Korallensand, der schon in 1¼ m Tiefe durch Grundwasser feucht gehalten wird), sehr breit angelegt. Sie und das aufstrebende Mauerwerk des untersten Stockes sind aus Stampfbeton: Cement, Kalk, Sand und Korallen mit Drahteinlage aufgeführt. Die Wände sind 29 cm dick. Der untere Fußboden liegt mehr als ein Meter über der Erde und wird, da die Luft unter ihm frei zirkuliert, vor Fäulnis bewahrt. Das untere Stockwerk enthält außer den zwei Veranden, von denen die südliche durch verstellbare Holzjalousien verschlossen und als Eßzimmer eingerichtet ist, das große Bureau im Westen und ein kleineres Empfangszimmer im Osten. Das obere Stockwerk ist aus Holz mit Doppelwänden nach dem auf den Südseeinseln gewöhnlichen Baustil hergestellt. Es enthält im Osten das Wohnzimmer des Observators mit in die Veranda eingebautem kleinerem Schlafzimmer, nach Westen das Assistentenzimmer und den Registrierraum. Letzterer ist teils in die Veranda, teils ins Assistentenzimmer eingebaut. Der Aufgang zum oberen

Stocke ist auf der Südveranda. Über der Südwestecke des Hauses steht ein Turmgerüst, das absichtlich, um es leichter zu machen und dem Winde keine große Angriffsfläche zu bieten, nicht mit Bretterwänden bekleidet ist. In einer Höhe von 13 m über der Erde befindet sich eine $2^1/_2 \times 2^1/_2$ m große Plattform mit Geländer. Von hier bietet sich nach allen Seiten eine ungehinderte Aussicht über die Baumkronen hinweg. Südlich dieses Hauptgebäudes, durch einen verdeckten Gang mit ihm verbunden, ist ein einfaches Kochhaus errichtet, das bei einer Grundfläche von 4×6 m aus Küche und einer kleineren Vorratskammer besteht.

Die Wahl der Banart des Dienstgebäudes, unterer Stock Steine, oberer Holz, hat sich als glücklicher Gedanke erwiesen: Das für den Aufenthalt tagsüber vorzugsweise dienende untere Stockwerk war zu dieser Tageszeit stets angenehm kühl, während sich abends die obere Holzetage schneller abkühlte. Da die Spitze der Halbinsel Mulinuu sowohl dem tagsüber wehenden Passat, als auch der kühlenden Nachtbriese vom Gebirge her offen steht, so gehört das Observatoriumsgebäude zu den angenehmsten der Inseln.

Der Bau dieser Häuser mit gesamter, allerdings einfacher Ausstattung hat — mit Nachanschaffungen — die Summe von 12000 ℳ nur unwesentlich überschritten. Der Observator zahlte jährlich 600 ℳ, der Assistent resp. Gehilfe 240 ℳ Miete.

Da sich für dieses Gebäude auf dem Observatoriumsgrundstück ein passender Banplatz nicht finden ließ, hat das Gouvernement eine erhebliche Gebietserweiterung in zuvorkommenster Weise genehmigt, sodaß dem Observatorium jetzt 1,3 Hektar zur Verfügung stehen. Taf. VII gibt einen Plan nach der neuen Verteilung der Gebäude und Erweiterung der Begrenzung. Auf diesem neuen Gebiete erhebt sich jetzt links von der Einfahrt hinter einem kleinen Gärtchen das neue zweistöckige Gebäude, das in seiner gefälligen Bauart und dem schmucken weißen Anstrich einen freundlichen Eindruck auf den Besucher macht (Taf. . . , Nr. 15) und durch seinen mit Instrumenten besetzten Turm seinen wissenschaftlichen Charakter dokumentiert. In seiner Umgebung ist der frühere Drahtzaun durch einen gutgearbeiteten Lattenzaun ersetzt, der ebenfalls einen weißen Ölanstrich erhalten hat. Es soll gleich dabei erwähnt werden, daß die unter Dr. Tetens erfolgreich durchgeführte Reinigung von Gestrüpp, Baumstümpfen und Unkraut, so oft Zeit vorhanden war, fortgesetzt worden ist. Am Ufer entlang wurden als Schutz gegen Winde und Hochwasser, Buschwerk und Bäume angepflanzt; den Abschluß nach den übrigen Seiten bieten gutgepflegte Bananenpflanzungen.

Bei der allgemeinen Verschönerung wurde natürlich auf den Zustand der Samoahäuser vergrößerte Sorgfalt verwandt. Wo sie zu nahe aneinander gestanden hatten, wurde durch Versetzung z. T. auf das neuhinzugekommene Land, resp. Abbruch der überflüssig gewordenen die vorherige Feuersgefahr bedeutend verringert. So macht jetzt das ganze Observatoriumsgrundstück mit seinem herrlichen Kokospalmenbestand und der gleichmäßigen Rasenfläche darunter einen würdigen und anheimelnden Eindruck und

Digitized by Google

wird von Einheimischen und durchreisenden Fremden gern als Zielpunkt nachmittägiger und abendlicher Spazierfahrten — besonders in Mondscheinnächten — gewählt.

Bei der Gebietserweiterung wurde das Grabmal des letzten Königs Malietoa Laupepa (Taf. VII Nr. 13) mit hineingezogen. Es wurde als Mittelpunkt eines großen freien Rasenplatzes gelassen, durch Anpflanzung einiger junger Palmen etwas maskiert und stets in sauberem Zustande gehalten. Die Mitglieder der Malietoa-Familie kamen bisweilen es zu besuchen und haben stets ihre Freude über das würdige Aussehen geäußert.

Von den 1902 aus Deutschland eingeführten Holzhäusern haben sich das Seismographen- und das magnetische Variationshaus, die durch Samoahäuser gegen die Witterung geschützt wurden, über Erwarten gut gehalten. Hingegen wurde das Haus für absolute magnetische Messung, kurz absolutes Haus genannt, gegen Ende der Berichtszeit so baufällig, daß die Anwesenheit zweier Observatoren nach Eintreffen meines Nachfolgers zu einem Umbau benutzt wurde. Das alte Holzhaus hatte sich als denkbar unpraktisch erwiesen. Erstlich war es nie vollständig regendicht zu machen gewesen, dann war die Hitze im Innern tagsüber so groß, daß man mit Rücksicht auf eigenes Wohlbefinden und Güte der Messung von 10 bis 4 Uhr nicht beobachten konnte. Ein weiterer Übelstand war der, daß die photographische Dunkelkammer mit dem absolnten Hause verbunden war, sodaß Eisenfreiheit nur mit größter Energie und Vorsicht erlangt werden konnte; schließlich war nach Hinzukommen neuer Messungsmethoden das Haus, in dem nur ein Pfeiler stand, auf dem die Instrumente immer gewechselt werden mußten, viel zu klein geworden.

Unter Benutzung aller mittlerweile gesammelten Erfahrungen habe ich ein neues eisenfreies Haus (Taf. VII, Nr. 3) errichten lassen, das sich für Beobachtungen in den Tropen als äußerst praktisch erwiesen hat (s. beif. Plan, Taf. VIII): Über einer Grundfläche von 4×5 m sind die Wände aus Stampfbeton aufgeführt, der Holzfußboden liegt etwa 1 m hoch, unter ihm ist genügend Luftzirkulation. Es sind 3 Pfeiler vorhanden, ein Hauptpfeiler für Deklinations- und Ablenkungsmessungen, je ein Nebenpfeiler für Schwingungsbeobachtungen und Messung der Inklination mittels Erdinduktor. Da vom Hanptpfeiler auch astronomische Beobachtungen gemacht werden müssen (bes. Azimntmessungen), so hat er nach Osten und Westen besonders große Fenster, nach Norden ein kleineres, im Süden ist die Tür. An den Nebenpfeilern sind kleinere Fenster. Über jedem Pfeiler befinden sich Oberlichtfenster mit doppelten Glasplatten. Das besonders große Oberlichtfenster über dem Hauptpfeiler ist abnehmbar. In den 5 Seitenfenstern befinden sich keine Glasfenster, sondern Holzjalousien, die an Charnieren aufgeklappt werden können. Die verstellbaren Holzbrettchen sollen Sonnenstrahlen abhalten, aber die Lnft durchlassen. Zur Regulierung des Lichtes dienen ausserdem noch weiße Vorhänge. Bei schlechtem Wetter werden die Fenster durch außen befindliche feste Holzläden geschlossen. Das Dach liegt nicht direkt auf der Mauer auf, sondern es befinden sich einzelne Holzklötze dazwischen,

Digitized by Google

sodaß die Luft dicht unter dem Dach frei zirkuliert. Es ist ein nach Norden und Süden schräg abfallendes, mit Roburit belegtes, doppeltes Holzdach, das nach allen Seiten so weit übersteht, daß der Regen nicht ins Innere gelangen kann. Die Rahmen für die Oberlichtfenster ragen soweit aus dem Dache heraus, daß sich auch bei den stärksten Regengüssen das Wasser nicht hindurchdrängen kann. Die Gesamtkosten dieses neuen absoluten Hauses betrugen — unter Verwendung des alten Materials — nur etwa 1300 ℳ.

3. Erdmagnetische Arbeiten.

Sogleich nach Ankunft nahm ich eine Reinigung und Neuaufstellung der magnetischen Registrier-Instrumente vor, konnte jedoch infolge verschiedener Art von Schwierigkeiten meine Absicht, schon am 1. Januar mit der Registrierung anzufangen, nicht ausführen. Erst Mitte Januar beginnen die absoluten Messungen, doch sind infolge ungewohnter Zwischenfälle in den ersten Monaten noch manche Lücken vorhanden. Besonders viel Sorge verursachte es, daß an den kleinen zwecks Dämpfung in engen Kupferplatten schwingenden Magneten wohl unter Einfluß der feuchten Hitze allmählig haarförmige Pilze wuchsen, die so lang wurden, daß Reibung eintrat. Diese Härchen waren so fein, daß ich sie im schlechterleuchteten Raume garnicht erkennen konnte und lange Zeit wie vor einem Rätsel stand. Bewegte man die Magnete stark, so zerrissen die Pilzfäden und die Reibung war beseitigt, bis nach einiger Zeit die Fäden nachgewachsen waren. Andere Schwierigkeit machte die Eschenhagen-Edlersche Wage. Sie war noch nach dem ältesten Modell gearbeitet. Der Wagemagnet lagerte mittels Spitzen auf Achatplatten. Wenn nun mikroskopisch feiner Staub, kondensierter Wasserdampf und jene gefährlichen Pilze sich an der Stelle festsetzten, wo die Spitze auf dem Stein liegt, trat allmählich Verminderung der Empfindlichkeit ein. Diese schritt dann so schnell vorwärts, daß die Registrierung nach wenigen Tagen unbrauchbar wurde. Trotz vieler, vieler Mühen gelang es mir erst Mitte des Jahres 1905 einen Ausweg zu finden: Es wurde täglich beim Bogenwechsel eine Empfindlichkeitsbestimmung durch Ablenkung des Wagemagneten mittels eines Hilfsmagneten mit bekanntem Moment gemacht. Durch die starke Bewegung des Wagemagneten wurden jene kleinen Ablagerungen jedesmal weggedrückt. Außerdem wurde natürlich die Empfindlichkeit am betreffenden Tage gefunden. Diese Maßregel hat sich recht gut bewährt. Leider war der aufgeschliffene Spiegel nicht mehr gut, sodaß die registrierte Kurve der Vertikal-Intensität nicht auf die gleiche Schärfe gebracht werden konnte wie die der andern Instrumente.

Die tägliche Bedienung der Registrierapparate geschah um 8 Uhr früh. Sie bestand in Kontrolle der Uhren durch Beobachten der Schirmrückfälle, Bogenwechsel, Uhranziehen, Lampenfüllen mit Petroleum und Skalenwertbestimmung der Wage. Die Skalenwerte (Werte des Millimeters der Kurvenordinate in absolutem Maße) wurden mittels eines Hilfsmagneten bei der Horizontal-Intensität

Digitized by Google

monatlich 1—2 mal, bei der Wage täglich, bei der Deklination nur bei Neuaufstellungen, das Moment des Hilfsmagneten monatlich 2—3 mal bestimmt.

Die Temperaturkoeffizienten der Instrumente wurden etwa halbjährlich mittels eines doppelwandigen Kupferzylinders bestimmt, der um die Wage oder das Horizontalintensitätsvariometer herumgesetzt und abwechselnd mit kaltem und heißem Wasser gefüllt wurde. Betreffs Einzelheiten wird auf spätere Berichte verwiesen.

Die absoluten magnetischen Messungen wurden mit dem auf der Deutschen Südpolar-Expedition von Herrn FR. BIDLINGMEIER benutzten Magnaliumtheodolithen vorgenommen, der an die Observatorien in Potsdam und Chelteubam angeschlossen ist, sowie dem Wild-Eschenhagenschen Erdinduktor. Die Beobachtungen haben eine recht befriedigende Genauigkeit erreicht. Leider versagte in den letzten Monaten der Erdinduktor. Unter dem starken Einflusse der Witterung in dem alten absoluten Hause hatte die Isolation der Drehspule gelitten, sodaß sie schließlich nicht mehr wiederherzustellen war. Zum Ersatz wurden verschiedene Nadel-Inklinatorien verwandt.

Einige zu andern Zwecken unternommene Reisen innerhalb der Samoa-Inseln benutzte ich zu einer Magnetischen Landesaufnahme. Es wurden an 12 verschiedenen Punkten die magnetischen Elemente gemessen und es zeigte sich, daß die Inseln teilweise recht erheblich magnetisch gestört sind. Die Spitze von Mulinuu war der einzige günstige Ort für ein magnetisches Observatorium. —

Bei der Wichtigkeit der Resultate des Samoa-Observatoriums als einzigen Observatoriums der Südsee ist es nicht verwunderlich, daß es oft zur Kooperation aufgefordert und um Auskunft über seine Beobachtungen gebeten wurde.

Die Carnegie-Institution, Departement für Erdmagnetismus, dessen Direktor Herr L. A. BAUER in Washington ist, entsandte ihren Beobachter für die Inseln der Südsee, Herrn G. HEIMBROD, teils zur Hilfeleistung, hauptsächlich aber zur Einführung in magnetische Beobachtungen und Rechnungen. Die von ihm mit dem Stationstheodolithen des S.-O. ausgeführten Beobachtungen in den Inseln wurden an die Registrierungen des S.-O. angeschlossen, während diese wiederum mit den Instrumenten des magnetischen Beobachtungsschiffes „Galilee" der Carnegie-Institution, das Mitte 1906 in Apia war, verglichen wurde. Herr HEIMBROD war vom September 1905 bis März 1906 und ferner im Dezember 1906 am Observatorium beschäftigt.

Der Direktor des Kgl. Meteor-Magn. Observatoriums in Batavia, Herr Prof. Dr. VAN BEMMELEN, ersuchte mich im Jahre 1906 um Kopien von einer bestimmten Art von magnetischen Störungen, die Pulsationen genannt werden, sowie später um Schnell- und Fein-Registrierungen zu bestimmten Stunden (in Apia 1—3 Uhr nachts), was ich auch ausführte.

Auf vielfache Anfragen und die Beschlüsse der Internationalen erdmagnetischen Kommission hin wurden 1) die Störungscharaktere jedes Tages bestimmt und veröffentlicht, 2) Kopien von starken Störungskurven an einige Observatorien versandt, 3) ein [noch nicht veröffentlichtes] Verzeichnis

aller magnetischen Störungen mit näheren Angaben, Beginn, Dauer usw. angefertigt.

4. Seismische Arbeiten.

Die schon von Herrn Dr. TETENS 2 Jahre durchgeführten Registrierungen mit WIECHERTS 1000 kg-Pendel wurden fast lückenlos fortgesetzt. Gemäß späterer Vervollkommnung des Instrumentes wurden im Januar 1905 und April 1906 einzelne Teile ausgewechselt. Jedoch wurden Empfindlichkeit und andere Konstanten im Großen und Ganzen während der zwei Jahre unverändert gelassen. Die Schwingungsperiode des Pendels lag zwischen 10 und 11 Sekunden, die Dämpfung zwischen 4:1 und 5:1, die Vergrößerung der Bodenbewegungen (bei schnellen Schwankungen) zwischen 110 und 150. Diese Konstanten wurden in monatlichen Zwischenräumen genau bestimmt. Leider ist das Observatorium noch nicht im Besitze eines Vertikal-Pendels. Der Wert der Arbeiten würde durch dessen Anschaffung bedeutend steigen. [1])

Die Seismischen Arbeiten erfordern einen sehr genauen Zeitdienst, auf den infolgedessen ein besonderer Wert gelegt wurde. Es waren 4 erstklassige Chronometer (Eigentum des Reichsmarineamtes) vorhanden, von denen jedoch 1906 zwei zurückgesandt wurden. Wegen der Güte der Chronometer war nur 2 bis 3 mal monatlich eine Zeitbestimmung mit dem Heydeschen Meridian-Instrument notwendig, um die Genauigkeit von 1 bis 2 Sekunden zu erhalten. Die Zeitmarken auf der Registrierung wurden von einer einfachen Pendeluhr gegeben, die täglich 2 mal mit dem Normalchronometer verglichen wurde.

Im August 1906 bekamen wir ein kleines Pendel für Naherdbeben (nach Angabe von E. WIECHERT von Spindler und Hoyer in Göttingen ausgeführt). Es sollte auf der von vulkanischen Erscheinungen besonders heimgesuchten Nachbarinsel Savaii aufgestellt werden, doch war die Gewähr für gutes Funktionieren auch unter ungeübter Leitung noch nicht vorhanden.

Die Fernerdbebenregistrierungen wurden sofort in Samoa verarbeitet und druckfertige Monats-Berichte nach Göttingen eingesandt, wo sie dann durch dankenswertes Entgegenkommen des Geophysikalischen Institutes vervielfältigt und an die Interessenten versandt wurden. Ferner sind numerische Übersichten über jährliche und monatliche Verteilung der Fern- und Naherdbeben während der beiden Berichtsjahre der Kgl. Ges. d. Wiss. bereits vorgelegt.

Der Ausbruch eines neuen Vulkans in den ersten Tagen des August 1905 auf der Insel Savaii stellte dem Observatorium neue Aufgaben, die teils darin bestanden, die seismischen Registrierungen mit den vulkanischen Erscheinungen in Verbindung zu bringen, teils darin, die letzteren selbst zum Gegenstand fortwährender Beobachtungen zu machen, endlich zur Beruhigung der Bevölkerung beizutragen.

---

1) Das neu von Professor WIECHERT konstruierte Vertikalpendel ist im Januar 1908 nach Apia gesandt und dort seit April in Funktion.

Digitized by Google

Über die seismisch wichtigen Resultate wird später berichtet werden; es soll nur erwähnt werden, daß auf Grund der Registrierungen eine Erneuerung der vulkanischen Tätigkeit einige Tage vor Ausbruch des Vulkans als wahrscheinlich angekündigt wurde. Die in großer Menge gesammelten Nachrichten über den Verlauf der vulkanischen Tätigkeit sollen eventuell einem Fachmanne zur Verwertung übergeben werden. Sie wurden auf einigen meist im Auftrage des Gouvernements unternommenen Besichtigungsreisen gewonnen. Die dem Gouvernement eingelieferten Berichte wurden dann für die Veröffentlichung in der „Samoanischen Zeitung" auf die lokalen Verhältnisse zugeschnitten. Ich bemerke dies, weil ich von allerdings einseitig interessierter Seite deswegen angegriffen bin. Ich habe zuerst, als die Bewohner der anliegenden Dörfer in blinder Angst ihre Wohnstätten verlassen wollten und die Arbeiten auf ihren Pflanzungen einstellten, auch einige weiße Ansiedler den Kopf verloren, auf die vorläufige Harmlosigkeit des Vulkans hingewiesen; später aber, als die Zeit Interesse und Furcht verringerten und von bestimmter Seite das demnächstige Erlöschen des Vulkans proklamiert wurde, habe ich entschieden auf die latente Gefahr aufmerksam gemacht und — wie die furchtbaren Ausbrüche im Juli 1906 zeigten — mit vollem Rechte.

Alle Zeitungsmeldungen und sonstigen Nachrichten von Erdbeben, Flutwellen und Vulkanen wurden gesammelt. In Samoa war ein Meldedienst für fühlbare Erdbeben eingerichtet, dessen Eingänge halbmonatlich oder monatlich veröffentlicht wurden. Von Wichtigkeit für das Publikum war dabei der Nachweis, daß fast alle fühlbaren Erdbeben ihren Ursprung weit außerhalb der Samoa-Inseln hatten. Da es sich als notwendig herausgestellt hatte, auch von den benachbarten Inselgruppen Meldungen zu bekommen, habe ich auf der Rückreise mit einigen Herren in den Tonga-Inseln Beziehungen angeknüpft.

Es soll nicht unerwähnt bleiben, daß es gelang, die durch Orkane verursachten Bodenschwankungen aus über 2000 km Entfernung sicher mit dem Seismographen festzustellen, sodaß die Verwendung des Instrumentes in der Meteorologie ernstlich versucht werden soll.

Von größter Wichtigkeit würde es sein, wenn die Registrierungen in Apia mit denen eines gleichen Seismographen in Neu Seeland und Australien verglichen werden könnten. Besprechungen mit dem Direktor des Sydney-Observatory Mr. Lenehan, dem Direktor der Melbourne-Observatory Mr. Baracchi und dem Direktor des Central Weather Bureau Mr. Hunt sowie dem Jesuiten-Pater Prof. Dr. Pigot in Sydney werden hoffentlich zum gewünschten Erfolge führen[1]).

1) P. Pigot hat im April 1908 ein Wichertsches 1000 kg-Pendel bestellt.

Digitized by Google

5. Luftelektrische Arbeiten.

Die Luftelektrizität ist das einzige Gebiet, in dem ich das vor der Ausreise aufgestellte Arbeitsprogramm nicht vollständig erfüllt habe, obgleich ich daran gerade am meisten persönlich interessiert war und schon auf der Reise nach Samoa Beobachtungen angestellt hatte. Zuerst, in den so wenig wettergeschützten Samoahäusern, war es vollständig ausgeschlossen, diese empfindlichen Instrumente gegen Wettereinflüsse, Spinnen und sonstiges Ungeziefer zu schützen und in brauchbarem Zustande zu erhalten. Und auch später im neuen Hause waren die Schwierigkeiten so große, daß es die unausgesetzten Bemühungen eines besonderen Beobachters erfordert hätte, wenn die Messungen der Leitfähigkeit, des Ionengehaltes, der Ionenbeweglichkeit, der Radioaktivität der Luft regelmäßig hätten durchgeführt werden sollen. Es sind dieses alles neue Untersuchungen, über deren Beobachtungsmethoden die Ansichten noch auseinander gehen und fortwährende Veränderungen erfahren. Sie gehörten deshalb erst in zweiter Linie in das Arbeitsprogramm dieses Observatoriums.

Die Registrierungen des Potentialgefälles mittels des Benndorfs Registrier-Elektrometers und einer Radiumelektrode (2 mg. Radiumbromid in Glas eingeschmolzen) wurden vom Februar 1906 an mit geringen Lücken durchgeführt. Der Beginn wurde durch Reparaturen am Registrierwerk, die beim Verfertiger in Wien ausgeführt werden mußten, verzögert. Der Apparat hat sich auch in dem ungünstigen Klima — nach einigen notwendigen Abänderungen — recht gut bewährt. Nullpunkt des Elektrometers wurde täglich, Empfindlichkeit jeden 2. Tag bestimmt. Die Abhängigkeit der luftelektrischen Messnugen von den meteorologischen Erscheinungen macht die nnablässigen Beobachtungen und Notierungen der letzteren zur Pflicht. Sie wurden deshalb fortlaufend und besonders bei Gewitterböen von mir vorgenommen.

6. Meteorologie.

Den meteorologischen Beobachtungen habe ich nicht die dominierende Stellung eingeräumt, in der ich sie vorfand. Die täglich dreimaligen Beobachtungen sind eine übergroße Belastung des täglichen Dienstes, die in keinem Einklange zu dem wissenschaftlichen Werte steht. Die vier schon vorhandenen Registrier-Instrumente: Barograph, Thermograph, Hygrograph und registrierender Regenmesser wurden deshalb nur einmal täglich durch Messungen kontroliert, doch wurde die Tageszeit dieser Kontrolmessung variiert, um die Korrektionen der Instrumente bei Maximum und Minimum der täglichen Periode zu bekommen. Die Korrektionen wurden fortlaufend ausgerechnet und ich habe mich oft davon überzeugt, daß diese Methode vollkommen genügt, um eine Genauigkeit des Einzelwertes beim Barographen von mindestens 0,2 mm, beim Thermographen von 0,2°, beim Hygrographen von 3 % zu gewährleisten; bei Mittelwerten ist sie natürlich noch besser. Mehr läßt sich bei den kleinen

Digitized by Google

Richardschen oder Fueßschen Instrumenten auch durch gehäufte Messungen nicht erreichen. — Windrichtung und -Stärke war früher nicht registriert. Bis zum Eintreffen des Steffens'schen Anemographen wurden diese Registrierungen durch möglichst gehäufte Beobachtungen einigermaßen zu ersetzen gesucht. Seit November 1905 wurde Windrichtung registriert. Zur Registrierung der Windgeschwindigkeit arbeitete ich eins der kleinen Fuessschen Anemometer so um, daß nach jedesmal 1200 m Windweg ein Kontakt gemacht wurde. Mittels eines Fuessschen Normal-Anemometers wurde das umgearbeitete bei möglichst verschiedenen Windgeschwindigkeiten geaicht. Ich sah jedoch bald, daß bei der starken Einwirkung des Klimas auf solche zartgebauten Instrumente die geschilderte Einrichtung nur ein Nothebelf war und beantragte Mitte 1905 Ersatz durch einen widerstandsfähigeren Anemographen. Immerhin konnte das selbstangefertigte noch bis Ende 1906 in Gang gehalten werden.

Zur Registrierung der Sonnenscheindauer habe ich mich des Campbell-Stockes'schen Apparates bedient, bei dem die Sonne mittels einer Glaskugel auf dem konzentrisch um sie im Abstande des Brennpunktes herumgelegten Pappstreifen ihren Weg — so oft sie nicht durch Wolken verdeckt ist — einbrennt. Dieser Sonnenscheinautograph ist zwar nicht für so geringe Breiten gearbeitet. Ich half mir dadurch, daß ich ihn auf einem kleinen Brettchen befestigte, dessen Neigung gegen den Himmelsäquator durch Charniere geändert werden konnte. Von Zeit zu Zeit wurde der Lichtpunkt in die Mitte des Papiers gerückt. Einen Fehler konnte ich dabei leider nicht beseitigen: Wenn die Sonne gerade im Zenit steht, so liegt der nach unten gewölbte Registrierstreifen gerade unter der Kugel und dient dem Regen als Sammelgefäß. Wenn nun um Mittag Regen und Sonnenschein abwechselt, so hat das aufgefangene Wasser nicht Zeit, unter den Sonnenstrahlen schnell genug zu verdampfen. Es mag hierdurch in den Monaten November und Februar zwischen 11 und 1 Uhr bisweilen eine unberechtigte Lücke entstanden sein, was sich übrigens durch andere Registrierapparate, besonders Registrier-Regenmesser und Thermograph bei der Bearbeitung wird herausfinden lassen.

Die Bedienung aller dieser meterologischen Registrier-Instrumente machte wenig Mühe. Schwierigkeiten verursachte nur der Hygrograph, dessen Haarbündel seine auf hygroskopischen Eigenschaften beruhende Fähigkeit die Länge zu ändern wahrscheinlich unter Einfluß des starken Salzgehaltes der Luft allmählich verlor, aber wiedergewann, wenn es in Alaunlösung ausgekocht wurde.

Wie schon erwähnt, wurde dauernd ein Wetterjournal geführt, das einesteils den Zweck hatte, bei der späteren Verarbeitung über Einzelheiten Aufschluß zu geben, besonders aber dauernd zum Beobachten und Nachdenken zwang und mir so eine wünschenswerte Vertrautheit mit den klimatischen Verhältnissen Samoas gab.

Das Vorhandensein einer vollständigen Ausrüstung für Drachenexperimente machte es mir zur Pflicht, die meteorologischen Ver-

Digitized by Google

hältnisse höherer Luftschichten zu untersuchen. Solche Versuche beanspruchen sehr viel Zeit und Personal, konnten deshalb unmöglich regelmäßig durchgeführt werden. Nach der Auffassung der Aufgaben eines Observatoriums, wie ich sie oben dargelegt habe, gehörten sie deshalb erst in zweiter Linie in unser Arbeitsprogramm.

In der Passatzeit 1906 kamen 12 brauchbare Aufstiege (Maximalhöhe 2850 m) zustande, deren wichtige Resultate bereits der Kgl. Ges. d. Wiss. vorgelegt sind. Sie legen den Wunsch nahe, auf der dem Passat zugewandten Seite der Insel Upolu eine Zeit lang regelmäßige Drachen- und Ballonaufstiege zu veranstalten mit verbessertem Betrieb (Winde mit Motor etc.)

Schon seitdem Weiße in Samoa ansäßig sind, wurden hier und dort meteorologische Beobachtungen angestellt. So z. B. von den Missionaren der Londoner Missionsgesellschaft, Herrn Dr. Funk, Herrn Kapitän Hufnagel und anderen Pflanzungsverwaltern der Deutschen Handels- und Plantagengesellschaft, in den letzten Jahren besonders von den Pflanzern Kramp, Gebrüder Henniger u. a. m. Um aber die Resultate wirklich verwerten zu können, fehlte die Organisation. Eine solche ist, wie in seinem Bericht (s. o. S. 45) näher geschildert ist, von Herrn Dr. Tetens Anfang 1905 geschaffen, auch wurden neue Stationen von ihm eingerichtet. Das wurde von mir fortgesetzt. Es gelang, alle Beobachter zur pünktlichen Einlieferung ihrer Resultate an das Samoa-Observatorium zu veranlassen. Durch zeitweilige Inspektions-Reisen bildete ich mir ein Urteil über die Brauchbarkeit der einzelnen Stationen. So wird jetzt an ca. 30 Punkten die Regenmenge täglich gemessen. An ca. 12 von ihnen auch Temperaturextreme, Wind und Wetter. Monatlich wurden die Regenmengen in der „Samoanischen Zeitung" mitgeteilt und nach Abschluß eines Jahres ein ausführlicher Bericht über die Regenverhältnisse veröffentlicht. Diese Einrichtungen haben allgemeinen Beifall gefunden und das durch Zusammenwirken von Ansiedlern und dem Observatorium geschaffene Beobachtungsnetz wurde durch eine besondere jährliche Zuwendung von 2400 Mark aus Mitteln der Kolonialabteilung für die Dauer gesichert.

Eine andere meteorologische Organisation großen Stiles ist vorbereitet worden: Ein Stationsnetz über die ganzen Südseeinseln vom Äquator bis zu 35° S. Br. Die Notwendigkeit liegt auf der Hand: Unsere klimatischen Kenntnisse aus diesem großen Gebiete gründen sich auf meist kurze Beobachtungsreihen von oft zweifelhaftem Werte. Und gerade hier, wo jährlich eine Anzahl Orkane großen Schaden anrichten, wäre es wissenschaftlich interessant und praktisch von großem Nutzen, genauere Studien zu haben. Dazu kommt, daß in neuester Zeit alle diese Inseln besondere Bedeutung durch die in Pflanzungen angelegten Kapitalien bekommen, wobei über Klima, besonders Stürme und Niederschlagsverhältnisse Auskünfte verlangt werden. Das Samoa-Observatorium mit seiner zentralen Lage wäre der gegebene Mittelpunkt für eine solche Organisation,

Digitized by Google

die in erster Linie nur Studienzwecken dienen soll; in späterer Zeit, sobald die zu erwartende telegraphische Verbindung der Inseln untereinander ausgeführt ist, würde eine Ausnutzung der mittlerweile gesammelten Ergebnisse zu Sturmwarnungen und Segelanweisungen sich von selbst ergeben.

Von diesem Gesichtspunkte ausgehend, habe ich bei allen Regierungen der Südseeinseln sowie bei einigen großen Gesellschaften Umfrage gehalten, ob sie geneigt wären, dieser Organisation beizutreten und gleichzeitig um Anlage neuer Stationen und Einsendung der Beobachtungen gebeten. Es sind von allen Seiten durchaus zustimmende Antworten eingegangen und einige Stationen neu angelegt. Von verschiedenen Seiten gehen uns Beobachtungen bereits zu. Ferner habe ich auf der Rückreise in Tutuila, den Tonga-Inseln, Neu-Seeland und Australien mit den maßgebenden Instanzen mündlich verhandelt und ebenfalls lebhafte Zustimmung gefunden. Natürlich erfordert die Übernahme dieser Arbeiten eine Vermehrung des Personals und zwar wäre ein Engländer dafür zu gewinnen, da die Korrespondenz englisch geführt werden muß. Ich habe deshalb mit dem Direktor des Central Weather Bureau, Mr. Hunt in Melbourne, verabredet, daß stets einer der dortigen Angestellten auf einige Jahre entsandt werden sollte, der natürlich von der neugegründeten Organisation zu besolden sein würde. Die Kosten des Unternehmens würden mit Assistenten, Inspektionsreisen, Instrumenten und Druckkosten jährlich 9000 ℳ betragen, die von den kooperierenden Regierungen und Gesellschaften der Südsee leicht aufzubringen sind; auf Samoa (Deutschland) würden beispielsweise jährlich nur 500 ℳ kommen. Falls ich die Unterstützung der Kgl. Ges. d. Wiss. zu Göttingen bekomme, will ich versuchen, alsbald das Kolonialamt für den Plan zu interessieren.

7. Pegeldienst.

Bei Beginn meiner Tätigkeit war der Pegeldienst und der damit verbundene Zuschuß von 1800 ℳ dem Observatorium entzogen worden. (Vgl. oben S. 50.) Es war aus mehreren Gründen wichtig, beides wiederzubekommen. Die vom Lotsen vorgenommenen Pegelmessungen erwiesen sich als derartig lückenhaft, daß ich mich entschloß, Pegelregistrierungen einzuführen. In Anbetracht der schwierigen Finanzlage des Observatoriums wurde aus einem alten Hygrographenregistrierwerk und einem von der Firma Spindler und Hoyer in Göttingen bezogenem kleinen Räderwerke zur Übertragung der Vertikalbewegungen eines Schwimmers auf den Zeiger ein einfacher und billiger Registrierpegel (Taf. IX) konstruiert, der seine Zwecke erfüllte. Zur Dämpfung der Meereswellen wurde der Schwimmer in einen aus breiten Tonröhren gebildeten Brunnen gesetzt, der am Boden durch eine Tonröhrenleitung mit dem Meere kommunizierte. Diese auf Kosten des Gouvernements hergestellte Pegeleinrichtung fand zunächst in Mulinuu Aufstellung, um den Apparat besser unter Kontrolle zu haben. Es stellte sich jedoch heraus, daß hier innerhalb des Riffes die Gezeiten gegen den Hafen eine wesentliche Verschiebung erfahren. Deshalb wurde der Registrierpegel im Dezember 1906

Digitized by Google

dicht an der Landungsbrücke des Zollschuppens aufgestellt, wo kein vorgelagertes Riff die Meeresschwankungen abhält.

8. Schlussbemerkungen.

Ich kann den Bericht nicht schließen, ohne auf zwei Mängel hinzuweisen, die der jetzigen Organisation des Samoa Observatoriums anhaften, wobei ich als selbstverständlich voraussetze, daß ein so wichtiges Observatorium dauernd erhalten wird. Zunächst ist zu erwähnen, daß der vielseitige Betrieb zweifellos oft über die Kräfte eines einzigen wissenschaftlichen Beamten geht. Es ist durchaus erwünscht, daß ein oder zwei Fächer einem Assistenten übergeben werden. In diesem Falle könnten die Ergebnisse schon in Samoa druckfertig gemacht werden, wenn außerdem noch ein Bureaubeamter angestellt würde.

Die jetzige Zweiteilung der Arbeit in Beobachtung in Samoa und Berechnung in Göttingen erfordert in vielen Fällen doppelte Ausgaben, ohne daß die Schwierigkeiten dadurch in allen Fällen gehoben werden; denn sehr oft werden Versäumnisse des Beobachters erst bei der Bearbeitung gefunden. Bei der gegenwärtigen Organisation lassen sie sich dann nicht wieder gut machen.

Ferner ist die Amtsdauer eines Observators von zwei Jahren für eine vollständige Entfaltung seiner Tätigkeit zu kurz. Es wird nicht zu umgehen sein, daß die Stelle des Leiters eine dauernde wird, auch deshalb, weil bei einem Wechsel jedesmal Unterbrechungen im Betriebe und Änderungen vorkommen, welche dem mit besonderen Absichten vom Vorgänger eingerichteten Beobachtungsplane widersprechen. In einem längeren Urlaub nach jedesmal 3 oder 4 Jahren könnte dem Leiter Gelegenheit gegeben werden, mit den Fortschritten in der Heimat in Fühlung zu bleiben und seine Gesundheit zu kräftigen.

Am 13. Januar 1907 traf mein Nachfolger, Herr Dr. Angenheister, in Apia ein. Ich vereinbarte mit ihm, daß er die Veröffentlichung der Ergebnisse schon vom 1. Januar 1907 ab übernehme. Die Leitung und die damit verbundene Arbeit behielt ich noch bis zum 31. Januar. Der baufiche Zustand des absoluten Hauses erforderte einen Umbau, der dann unter meiner Aufsicht ausgeführt wurde. Die notwendigen zahlreichen Anschlußmessungen wurden gemeinsam ausgeführt. Erst Anfang März war der Umbau beendet. Da wir ferner einsahen, daß die Übergabe eines so vielseitigen Beobachtungsbetriebes sich so schnell nicht ermöglichen ließ, wie wir gehofft hatten, mußte ich mich entschließen, bis zum 19. März in Samoa zu bleiben.

Die Rückreise führte mich über Neu-Seeland, Australien, Ceylon, Suezkanal nach Genua, wo ich am 27. Mai 1907 von Bord ging, um die Heimreise mit der Eisenbahn zu beenden.

Digitized by Google

Übersichtskarte

von

Apia

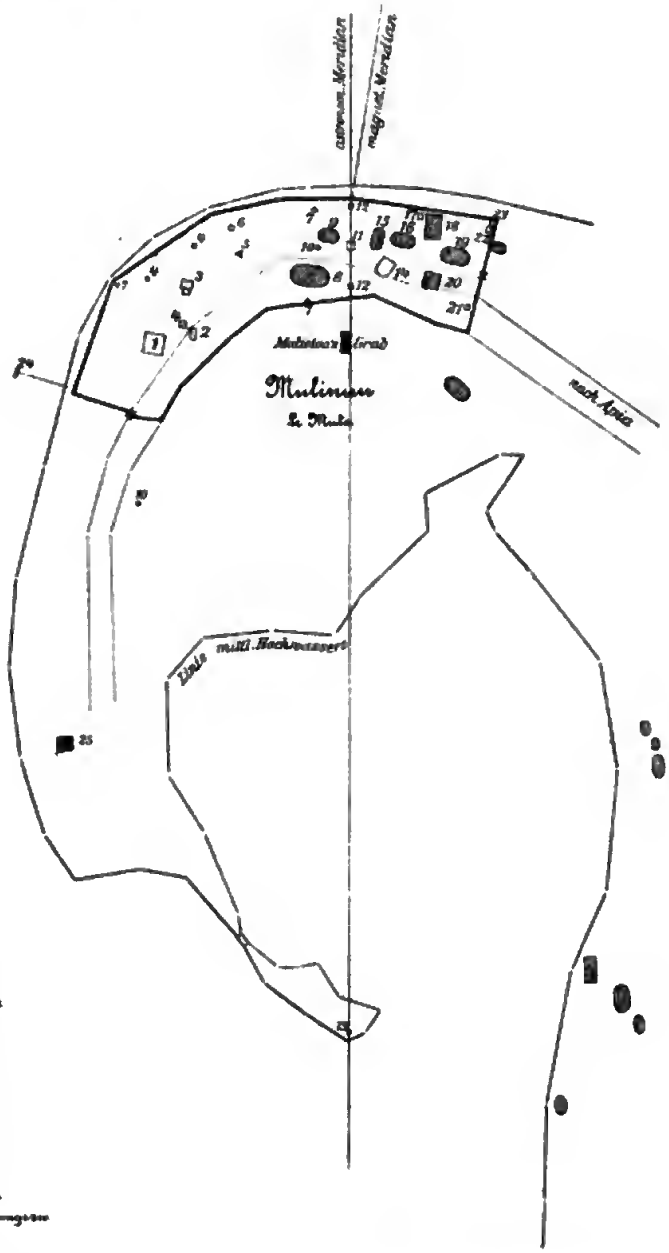
nach den Aufnahmen von 1885 - 89 und anderem Material
zusammengestellt und bearbeitet
vom Bureau für Kataster u. Landesvermessung d. Kaiserl. Gouvernements

Apia, im April 1900

Maßstab 1 : 25000.

Digitized by Google

Digitized by Google



Zeichen- u. Zahlenerklärung.

- Gebäude aus konkretem Mauerwerk
- Gebäude aus Holzfachwerk
- Gebäude aus einheim. Material.
- Durchgangs-Drehkreuze
- 1. Haus für magn. Variationsmessungen
- 2. Ablegerraum für Metallgegenstände
- 3. Haus für absolute magn. Messungen
- 4. a, b, c, d Beobachtungspfeiler
- 5. Registr. Regenmesser.
- 6. Haus mit den meteorol. Instrumenten
- 7. Standplatten aus Zement f. Beobachtungszw.
- 8. Wohnhaus des Observators
- 9. Speisehaus
- 10. Bauernen
- 11. Haus des Gouv. für Beob. mit d. Durchgangsinstr.
- 12. Standpfeiler für astron. Beobachtungen
- 13. Standpfeiler mit Mieren-Einrichtung
- 14. Haus mit dem Seismographen
- 15. Wohnhaus des Gehilfen
- 16. Schlafhaus des Observators
- 17. Baderaum
- 18. Baatshaus.
- 19. Haus des samoan. Wächters.
- 20. Lagerhaus
- 21. Palme mit Windfahne u. Windstärkstafel.
- 22. Hühnerhaus
- 23. Hutthaus der Samoaner
- 24. Kegel des Kais. Gouvernements
- 25. Pulver- u. Dynamithaus d. Kais. Gouv.

Situationsplan

des

Samoa-Observatoriums

der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen,
bearbeitet nach eigenen Aufnahmen
vom Bureau für Kataster u. Landesvermessung des Kais. Gouvernements
Apia, im April 1904.

Maßstab 1:2700

Digitized by Google

Fig. 1. Wohnhütte des Observators 1904, daneben rechts das Kochhaus.

Fig. 2. Eingang in das Observatorium vom Wege nach Apia aus, rechts Wohnhütten der Samoaner (1904).

Digitized by Google

Digitized by Google

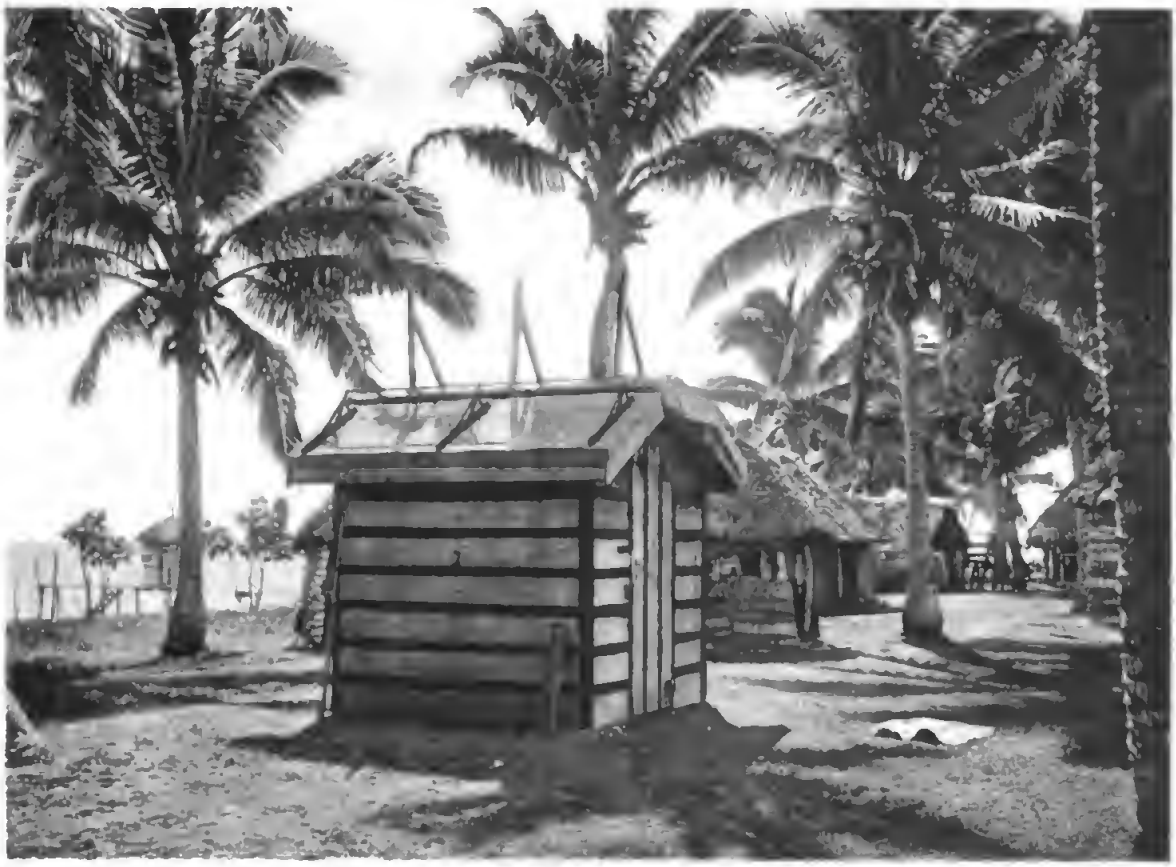


Fig. 1. Im Vordergrund die astronom. Hütte, rechts dahinter Wohnhütten.

Fig. 2. Anblick des Samoa-Observatoriums von der Lagune (Nord) aus,
links Landungsbrücke und Wohnhütten der Beamten (1904), rechts die magnetischen Hütten.

Digitized by Google

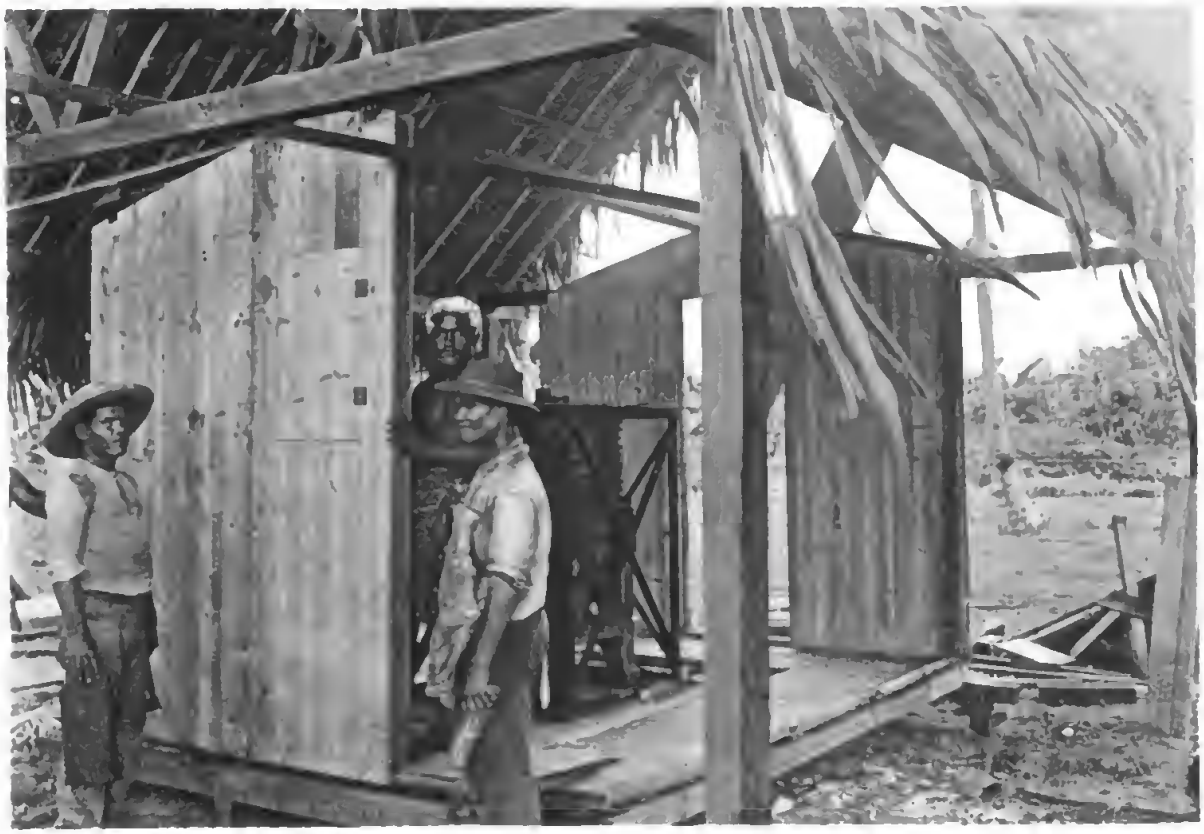


Fig. 1. Die seismische Hütte im Bau. Im Innern Wiecherts 1000 kg-Pendel (1902).

Fig. 2. Die magnetischen Häuser, links für absolute, rechts (überdeckt) für Variations-Messungen.

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 1. Aufstellung der meteorologischen Instrumente.

Fig. 2. Meteorologische Hütte.

Digitized by Google

Fig. 1. Das neue Dienstgebäude des Samoa-Observatoriums von 1905.

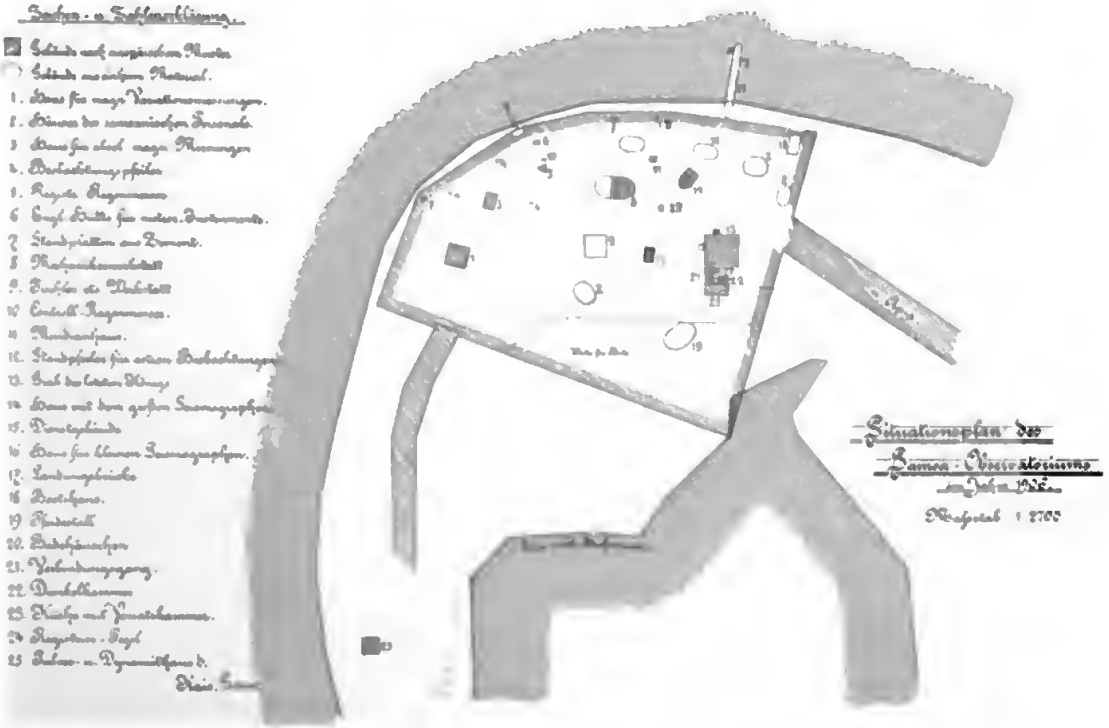


Fig. 2. Situationsplan des Samoa-Observatoriums nach der Erweiterung von 1905.

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 1. Das neue Häuschen für absolute magnet. Messungen von 1907.

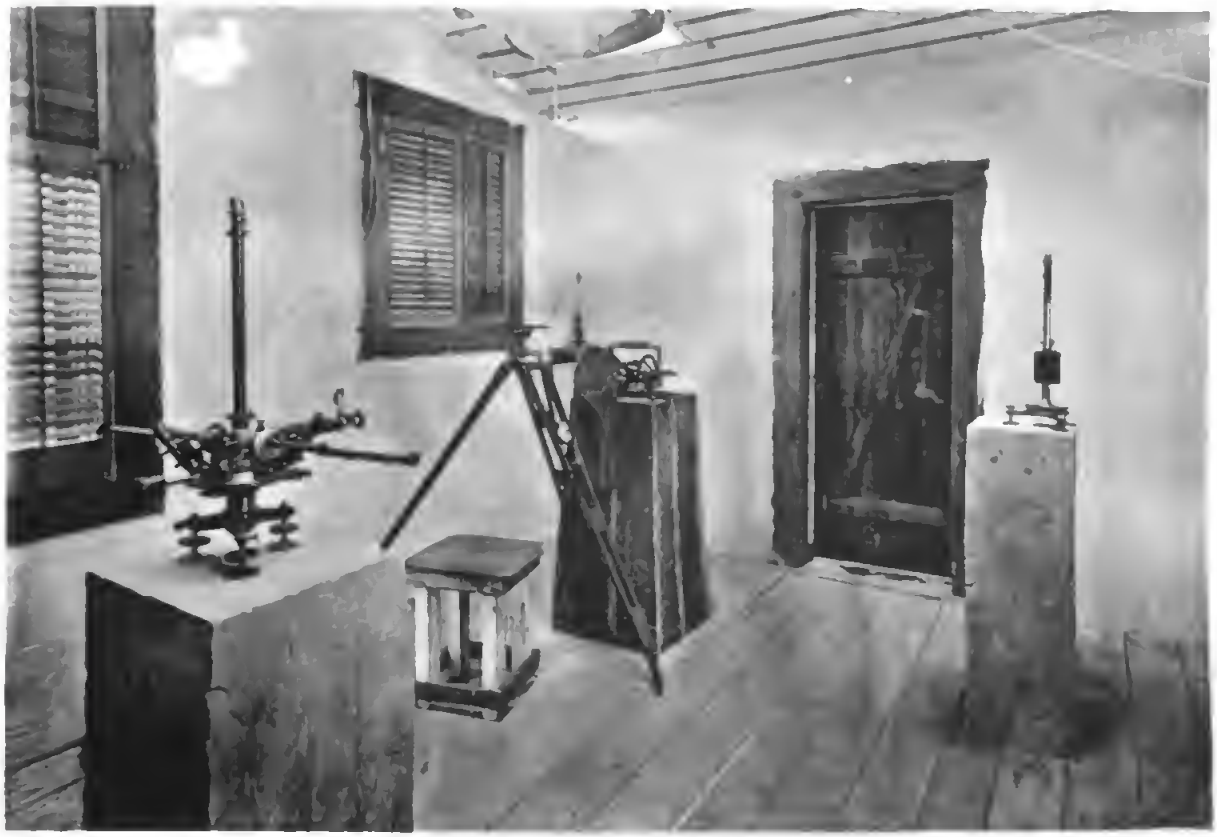
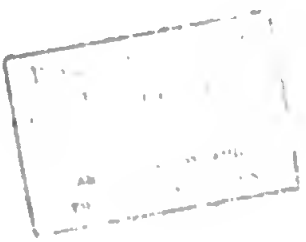


Fig. 2. Das Innere des „absoluten Hauses".

Digitized by Google



Digitized by Google

Aufstellung des Registrierpegels am Zollschuppen (1907).

Digitized by Google

Digitized by Google

Verlag der Weidmannschen Buchhandlung in Berlin.

ABHANDLUNGEN

DER KÖNIGLICHEN GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN ZU GÖTTINGEN.

Mathematisch-physikalische Klasse. Neue Folge.

I. Bd. No. 1. **Koenen, A. v.**, *Ueber Fossilien der Unteren Kreide am Ufer des Mungo in Kamerun.* Mit 4 Tafeln. 4. (48 S.) 1897. 5 M.

Nachtrag dazu. 4. (S. 49 — 65 mit Tafeln V—VII.) 1898. 3 M.

I. Bd. No. 2. **Brendel, Martin**, *Theorie der kleinen Planeten.* Erster Teil. 4. (171 S.) 1898. 16 M.

I. Bd. No. 3. **Schur, W.**, *Ableitung relativer Oerter des Mondes gegen die Sonne aus heliometrischen Messungen von Sehnenlängen ausgeführt auf der Sternwarte zu Göttingen während der partiellen Sonnenfinsternisse von 1890 Juni 61/17 (Beobachter: Schur, Ambronn u. Hayn) und von 1891 Juni 6 (Beobachter: Schur).* Mit 3 Plänen der Sternwarte nebst Verzeichniss der grösseren Instrumente. 4. (26 S.) 1898. 3 M.

I. Bd. No. 4. **Schur, W.**, *Vermessung der beiden Sternhaufen h und x Persei mit dem sechszolligen Heliometer der Sternwarte in Göttingen verbunden mit einer Uebersicht aller bis zum Jahre 1900 ausgeführten Instrumentaluntersuchungen.* Mit einer Sternkarte. 4. (88 S.) 1900. 9 M.

II. Bd. No. 1. **Wiechert, E.**, *Theorie der automatischen Seismographen.* 4. (128 S.) 1903. 8 M.

II. Bd. No. 2. **Kramer, Julius**, *Theorie der kleinen Planeten. Die Planeten vom Hecuba Typus.* 4. (153 S.) 1902. 15 M.

II. Bd. No. 3. **Furtwängler, Ph.**, *Ueber das Reciprocitätsgesetz der l^{ten} Potenzreste in algebraischen Zahlkörpern, wenn l eine ungerade Primzahl bedeutet.* 4. 82 S.) 1902. 6 M.

II. Bd. No. 4. **Prasad, G.**, *Constitution of Matter and Analytical Theories of Heat.* 4. (68 S.) 1903. 6 M.

III. Bd. No. 1. **Ehlers, E.**, *Neuseeländische Anneliden.* Mit 9 Tafeln. 4. (79 S.) 1904. 10 M.

III. Bd. No. 2. **Koenen, A. v.**, *Ueber die Untere Kreide Helgolands und ihre Ammonitiden.* Mit 4 Tafeln. 4. (63 S.) 1904. 4 M.

III. Bd. No. 3. **Schur u. Ambronn**, *Die Messungen des Sonnendurchmessers an dem Repsoldschen 6zoll. Heliometer der Sternwarte zu Göttingen.* 4. (126 S. u. 2 Taf.) 1905. 12 M.

III. Bd. No. 4. **Brendel, M.**, *Theorie des Mondes.* 4. (97 S.) 1905. 7 M.

III. Bd. No. 5. **Linke, F.**, *Luftelektrische Messungen bei 12 Ballonfahrten.* Mit 4 Tafeln 4. (30 S.) 1904. 6 M.

IV. Bd. No. 1. **Schwarzschild, K.**, *Untersuchungen zur geometrischen Optik.* I. Einleitung in die Fehlertheorie optischer Instrumente auf Grund des Eikonalbegriffs. Mit 6 Fig. 4. (31 S.) 1905. 2 M.

IV. Bd. No. 2. **Schwarzschild, K.**, *Untersuchungen zur geometrischen Optik.* II. Theorie der Spiegeltelescope. Mit 9 Fig. 4. (28 S.) 1905. 2 M.

IV. Bd. No. 3. **Schwarzschild, K.**, *Untersuchungen zur geometrischen Optik.* III. Ueber die astrophotographischen Objektive. Mit 10 Fig. 4. (54 S.) 1905. 4 M.

IV. Bd. No. 4. **Verworn, M.**, *Die archaeolithische Cultur in den Hipparionschichten von Aurillac. (Cantal).* Mit 5 Taf. 4. (56 S.) 1905. 4 M. 50 Pf.

IV. Bd. No. 5. **Meyermann, B.**, *Vermessung der Umgebung des Orionnebels.* 4. (47 S.) 1906. 3 M. 50 Pf.

V. Bd. No. 1. **Kohlschütter, E.**, *Ergebnisse der Ostafrikanischen Pendelexpedition v. J. 1899 u. 1900.* Mit 16 Tafeln u. 8 Figuren im Text. 4. (VIII u. 229 S.) 1907. 26 M.

V. Bd. No. 2. **Schwarzschild K.**, *Ueber die totale Sonnenfinsternis vom 30. August 1905.* Mit 5 Tafeln. 4. (73 S.) 1907. 6 M.

V. Bd. No. 3. **Kramer, J.**, *Theorie der kleinen Planeten vom Hekubatypus.* 4. (154 S.) 1907. 14 M.

V. Bd. No. 4. **Ehlers, E.**, *Neuseeländische Anneliden. II.* Mit 16 Figuren 4. (31 S.) 1907. 2 M.

V. Bd. No. 5. **Gerdien, H.**, *Untersuchungen über die atmosphärischen radioaktiven Induktionen.* Mit 4 Tafeln. 4. (74 S.) 1907. 7 M.

VI. Bd. Nr. 1. **Pütter, August**, *Studien zur vergleichenden Physiologie des Stoffwechsels.* 4. (79 S.) 1908. 5 M.

VI. Bd. No. 2. **Holm, Ragnar**, *Experimentelle Untersuchungen über die geschichtete positive Glimmlichtsäule, insbesondere über das Schichtenpotential in $H_2 N_2 He$.* Mit 3 Tafeln und 6 Figuren im Text. 4. (50 S.) 4 M.

Druck der Dieterich'schen Univ.-Buchdruckerei (W. Fr. Kaestner), Göttingen.

YORK
PUBLIC LIBRARY

ABHANDLUNGEN
DER KÖNIGLICHEN GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN ZU GÖTTINGEN.
MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHE KLASSE.
NEUE FOLGE BAND VII. Nro. 2.

Ergebnisse der Arbeiten

des

Samoa-Observatoriums

der

Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.

II.

Die meteorologischen Registrierungen der Jahre 1902—1906

von

Otto Tetens und **Franz Linke.**

Mit 3 Tafeln und 25 in den Text gedruckten Figuren.

Berlin,
Weidmannsche Buchhandlung.
1908.

ABHANDLUNGEN
DER KÖNIGLICHEN GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN ZU GÖTTINGEN.
MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHE KLASSE.
NEUE FOLGE BAND VII. Nro. 2.

Ergebnisse der Arbeiten

des

Samoa-Observatoriums

der

Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.

II.

Die meteorologischen Registrierungen der Jahre 1902—1906

von

Otto Tetens und **Franz Linke.**

Mit 3 Tafeln und 25 in den Text gedruckten Figuren.

Berlin,
Weidmannsche Buchhandlung.
1908.

Digitized by Google

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.
R 1911 L

Die meteorologischen Registrierungen am Samoa-Observatorium

während der Zeit vom November 1902 bis zum Dezember 1906

von

Otto Tetens und **Franz Linke.**

Vorgelegt in der Sitzung vom 21. März 1908 durch Herrn Wiechert.

Einleitung.

Den meteorologischen Arbeiten des Samoa-Observatoriums liegen zwei verschiedene Leitideen zu Grunde: Erstens soll als Grundlage theoretischer Untersuchungen ein durchaus zuverlässiges Beobachtungsmaterial von einer insularen Tropenstation beschafft werden; zweitens ist es von praktischer Bedeutung, das Klima der Samoa-Inseln zu erforschen.

Die erste Aufgabe wird durch fortlaufende, möglichst lückenlose und sorgfältig kontrollierte Registrierungen zu erledigen gesucht, die letztere durch Einrichtung von Beobachtungsstationen an verschiedenen Punkten der Inseln.

Beide Aufgaben sind natürlich nicht von einander unabhängig: Einerseits können theoretische Resultate aus den Registrierungen nicht ohne Berücksichtigung lokaler Klimaeigentümlichkeiten abgeleitet werden. Andrerseits jedoch dienen die Registrierungen an einer Station dazu, die täglich ein- bis dreimaligen Beobachtungen der übrigen Stationen zu ergänzen.

In der vorliegenden Abhandlung sollen die Ergebnisse der meteorologischen Registrierungen während der Jahre 1902 bis 1906 veröffentlicht werden. Nach dem soeben Gesagten müssen dabei nicht nur der theoretischen Meteorologie die zahlenmäßigen Unterlagen gegeben werden, sondern es ist auch zu untersuchen, welche Reduktionen und Korrektionen an Terminbeobachtungen anzubringen sind, um aus ihnen klimatologische Mittelwerte abzuleiten.

Entgegen der herrschenden Gepflogenheit meteorologischer Observatorien wurden die Ergebnisse sogleich einer Diskussion unterzogen, indem die bestehen-

Digitized by Google

den Theorien und Fragen allgemeinen Interesses an der Hand des neuen Materials geprüft, auch neue Schlüsse gezogen oder angedeutet wurden.

Um dabei jedoch nicht zu weit zu gehen und dadurch die Veröffentlichung zu verzögern, haben wir uns die Beschränkung auferlegt, Beobachtungen anderer Stationen möglichst nicht mit in die Beobachtungen hineinzuziehen.

Die Untersuchungen gründen sich auf die Registrierung

des Luftdrucks	von 50	Monaten	(Nov. 1902 bis Dez. 1906)
der Temperatur	„ 50	„	„
des Niederschlags	„ 50	„	„
der relativen Feuchtigkeit	„ 50	„	„
der Sonnenscheindauer	„ 23	„	(Febr. 1905 bis Dez. 1906)
der Windrichtung und -Geschwindigkeit	„ 12	„	(Jan. bis Dez. 1906)

Die Gewinnung des Materials erfolgte vom November 1902 bis Dezember 1904 durch Dr. Otto Tetens, welchem zeitweise als Hilfsbeamter Herr A. Tobias zur Verfügung stand.

In den Jahren 1905 und 1906 lag die Leitung in der Hand von Dr. Franz Linke, welchem die ganze Zeit über Herr A. Possin als Mechaniker und Instrumentenwart und seit Juni 1905 Herr C. Kaufmann als Sekretär beigegeben waren.

Die Auswertung und Berechnung der Regenmessungen vom November 1902 bis Dezember 1904 erfolgte unter der Verantwortlichkeit von Dr. Tetens. Das übrige wurde unter Anleitung von Dr. Linke bearbeitet, wobei Herr Dr. C. Rohloff als Assistent, ferner 2 Hilfskräfte beschäftigt waren. Die Berechnung der Mittelwerte nach den stündlichen Auswertungen wurde von Herrn Rechnungsrat E. Meyer in Potsdam-Nowawes besorgt.

Bei Besprechung der einzelnen Elemente wurden drei Punkte nacheinander behandelt: A) Die Aufstellung der Registrierinstrumente und Anstellung der Kontrollbeobachtungen, B) Die Bearbeitung des Materials, C) Die Diskussion der Ergebnisse.

Hierbei stammen bei Punkt A alle auf die Jahre 1902 bis 1904 entfallenden Angaben von Dr. Tetens. Ebenso Punkt B für die Niederschlagmessungen. Das übrige ist von Dr. Linke hinzugefügt.

Es ist natürlich nicht immer möglich, schon jetzt aus diesen Registrierungen klimatologische Mittelwerte zu berechnen, welche den höchsten Anforderungen genügen. Jedoch sind wir in der glücklichen Lage, die Registrierungen zu diesem Zwecke an die langjährigen Beobachtungen des Herrn Dr. B. Funk in Apia anschließen zu können, welche mit größter Zuverlässigkeit und Lückenlosigkeit seit 1890 angestellt und in den „Ueberseeischen meteorologischen Beobachtungen“ der Deutschen Seewarte veröffentlicht werden.

Dr. Tetens hat, um diesen Anschluß möglichst genau zu gestalten, 26 Monate lang zu den gleichen Zeiten wie Dr. Funk Terminbeobachtungen angestellt und wird über seine Ergebnisse ausführlich berichten.

Die Bearbeitung der Beobachtung von den 30 Nebenstationen, welche über

Digitized by Google

die Samoa-Inseln verteilt sind, soll im Zusammenhang mit Reisebeobachtungen und auf Grund der Ergebnisse der vorliegenden und der von Dr. Tetens in Aussicht stehenden Abhandlung in einer besonderen Zusammenfassung: „Das Klima der Samoa-Inseln" von Dr. Linke erfolgen.

Leider war es nicht möglich die Beobachtungen in extenso zu veröffentlichen. Durch zusammenfassende Tabellen, Auszählungen und andere statistische Bearbeitungen ist jedoch die Benutzung des Materials nach vielen Hinsichten ermöglicht. Um allgemein eine Anschauung über den Witterungsverlauf zu geben, sind von einem Monate der Passatzeit und einem der Regenzeit des Jahres 1906, wo alle Registrierungen vorliegen, die stündlichen Werte am Ende der Abhandlung zusammengestellt.

I. Windrichtung und Windstärke.

A. Aufstellung der Windfahne und des Anemographen.

In den Gegenden, welche durch typische Winde ihr klimatisches Gepräge erhalten, ist der Wind das wichtigste und charakteristischste Element. Für das Verständnis der Witterungsvorgänge in Samoa ist es also nötig, zuerst auf die Windverhältnisse einzugehen. Leider können wir uns nur auf die Registrierungen eines einzigen Jahres stützen (1906). Immerhin wird es bei der — wie gezeigt werden soll — außerordentlichen Gleichmäßigkeit der Witterung möglich sein, einige wichtige Ergebnisse abzuleiten.

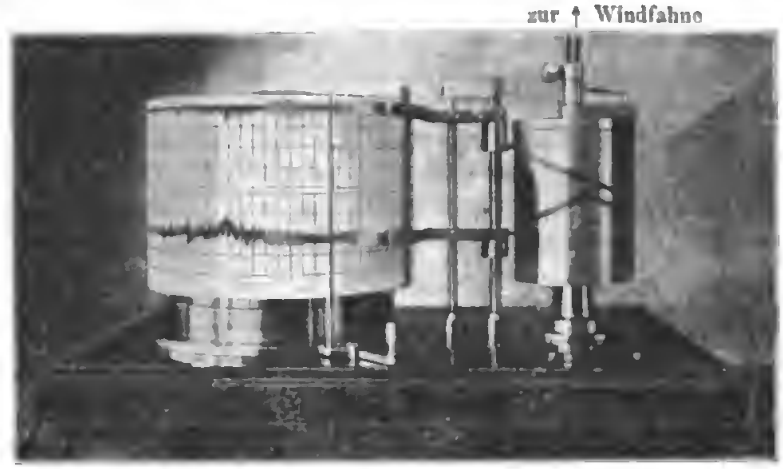
Während der provisorischen Unterbringung des Observatoriums in Samoahütten fehlte es zur Einrichtung von Windregistrierungen an einer zweckmäßigen Aufstellung einer Windfahne und eines Anemometers, welche eine Registriervorrichtung besessen hätten. Dr. Tetens hat sich für seine Terminbeobachtungen dadurch geholfen, daß er die höchste Kokospalme kappen und eine Windfahne daranf befestigen ließ, welche anch mit einer beweglichen Tafel zum Schätzen der Windstärke versehen war.

Erst nach Fertigstellung des Dienstgebäudes im Dezember 1905 konnte zur Aufstellung eines registrierenden Anemometers für Richtung und Stärke geschritten werden. Dr. Linke entschied sich für das Instrument von Dr. O. Steffens (A. Saß & Co., Berlin), welches — wie vorausgenommen werden soll — im Ganzen zur Zufriedenheit funktioniert hat.

Auf der 13 m hohen Plattform des Turmes wurde ein 3 m hohes eisernes Rohr aufgestellt, anf dessen Spitze die anf Kugeln gelagerte, zur Oelnng eingerichtete Windfahne angebracht war. Ihre Axe setzt sich in einem eisernen Draht fort, welcher innerhalb des Eisenrohrs nnd darauf in einem weiten Rohre

Digitized by Google

aus Weißblech durch das Dach in das Registrierzimmer führte. Wie aus der Figur 1 ersichtlich, dreht sich mit der Windfahne ein Zylinder, in dem über-



Figur 1. Registrierwindfahne von O. Steffens.

einander zwei schraubenförmige Nutengänge mit 90° Phasendifferenz eingeschnitten sind. In diese greifen Stifte ein, welche beim Drehen der Windfahne vertikale Parallelverschiebungen erfahren und diese durch einfache Uebertragung auf einer Registriertrommel mit vertikaler Axe registrieren. Die Verbindung zwischen Windfahne und jenem Zylinder, welcher die Nutengänge trägt, ist so hergestellt, daß bei Südwind der obere Schreibstift gerade im Maximum, bei Nordwind im Minimum steht. In diesen Stellungen schreibt wegen der Phasenverschiebung um 90° der untere gerade seinen mittleren Stand, während er bei

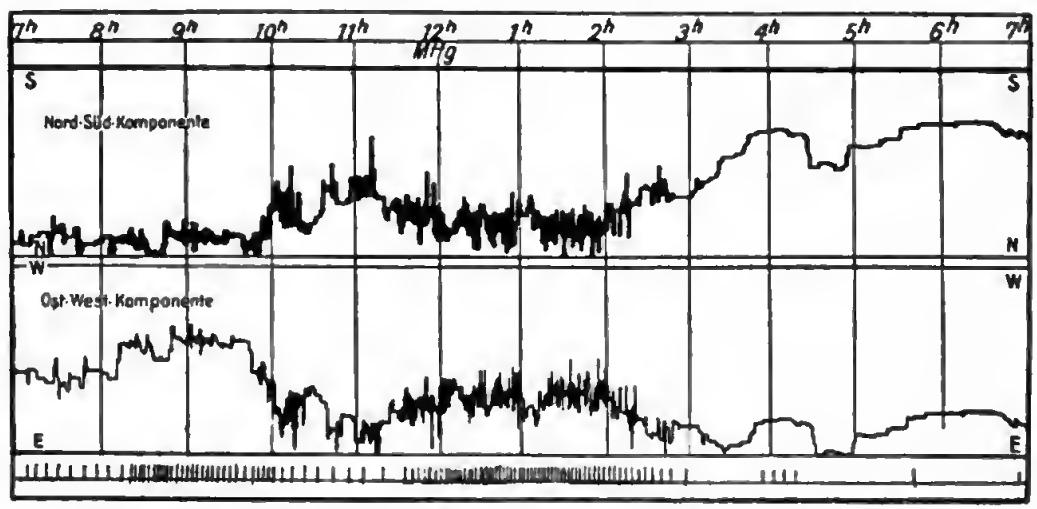


Fig. 2. Windrichtung und Windstärke (unten) in Apia am 27./28. Dezember 1906.

Westwind ein Maximnm nnd bei Ostwind ein Minimum schreibt. Es registriert also der obere Schreibstift die Nord-Süd-, der untere die Ost-West-Komponente der Windrichtung. In obiger Abbildnng wird Südwind registriert. Man gewöhnt sich leicht daran, aus der Stellung der beiden Schreibstifte und aus ihren Registrierknrven die vorhanden gewesene Windrichtung abznlesen.

Die Windfahne ist wegen ihrer guten Lagerung sehr empfindlich. Sie reagiert anf Windgeschwindigkeiten von etwa $^1/_2$ m/sec. Damit bei starken Schwankungen, also bei starken Winden, nicht eine dicke breite Kurve geschrieben wird, hat der Verfertiger eine einfache Einrichtung getroffen, welche der Fahne freie Schwingungen nm 10 bis 30 Grade gestattet, während auf dem Papier nur ein mittlerer Stand notiert wird. In Samoa war der tägliche Gang der Windstärke besonders an Passattagen so regelmäßig, daß man früh 8 Uhr der Windfahne diesen Spielraum gab, während man ihn gegen Abend wieder ausschaltete.

Im Allgemeinen erfordert der Apparat deshalb gute Aufsicht, doch schreibt er dann anch zur Zufriedenheit. Zwischen 7 nnd 8 Uhr früh wurde der Bogen gewechselt und die Uhr aufgezogen. Stundenmarken wurden elektrisch von der Zentral-Uhr am Seismographen gegeben.

Mit diesem Windrichtnngsautographen war ein provisorisch konstruierter Windgeschwindigkeitsmesser verbunden: Ein kleines Fneß'sches Schalenkrenz war so nmgebaut worden, daß es statt nach 100 m Windweg erst nach ca. 1000 m einen Kontakt gab. Mittels eines kleinen Elektromagneten wurde dieser Kontakt auf dem Registrierbogen des Windrichtungsautographen als Strich aufgezeichnet (siehe Abbildnng 2). Wegen der geringen Registriergeschwindigkeit konnten jedoch mehr als 50 bis 60 Kontakte pro Stnnde nicht von einander unterschieden werden. Das würde einer Windgeschwindigkeit von ca. 20 m/sec. entsprechen. Da im Jahre 1906, wo der provisorische Anemograph in Betrieb war, größere Windstärken nicht vorgekommen sind, reichte sein Spielraum aus.

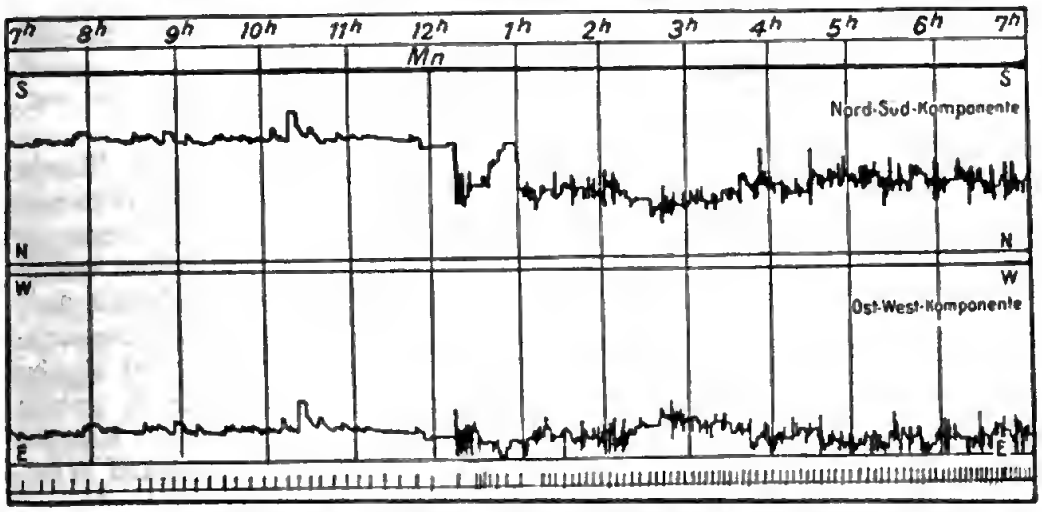


Fig. 2. Windrichtung und Windstärke (unten) in Apia am 27./28. Dezember 1906.

Digitized by Google

Für Sturm war vorgesehen, die Kontakte auf einem schnelllaufenden Drachenmeteorographen schreiben zu lassen.

Die Aichung des selbstverfertigten Apparates geschah mit einem kleinen von R. Fueß geprüften Schalenkreuz. Sie zeigte, daß der Anemograph auf Windgeschwindigkeiten unter 1,8 m. p. s. nicht mehr reagierte. Und das war der eine Mangel des Instruments. Ein anderer war der elektrische Antrieb. Man sollte ihn in den Tropen nach Möglichkeit vermeiden. Die isolierten Zuleitungen leiden sehr, die Batterien werden erschreckend schnell schwach, im Elektromagneten oxydieren die Drähte und dergleichen mehr. Als nun gar durch ein Mißverständnis die vom Observator in Deutschland bestellten Ersatzbatterieen ausblieben, kamen häufige Lücken vor, welche die Vertrauenswürdigkeit der Registrierungen etwas beeinträchtigen.

Der Apparat konnte natürlich nur als Uebergangsinstrument gedacht sein; für dauernden Betrieb war die Konstruktion viel zu zart. Es wurde daher schon Mitte 1906 ein Anemograph für ständigen Betrieb beantragt. Leider kam auch hierbei ein Mißverständnis vor, sodaß das Instrument erst Mitte 1907 nach Apia abgeschickt worden ist.

Die Aufstellung der Windfahne und des Schalenkreuzes 16 m über der Erde, und rund 18 m über dem Meere entsprach dem, was von den Registrierungen erwartet wurde: Aufschluß über Häufigkeit der einzelnen Windrichtungen, ihrer mittleren Stärke, ihrer täglichen und jährlichen Periode an der Erdoberfläche. Es ist bekannt, daß schon eine Verdoppelung der Höhe genügt hätte, um merkliche Veränderung der Verhältnisse zu finden.

Aus dem Situationsplan auf Tafel 1 ersieht man, daß der Wind von allen Seiten — mit Ausnahme von SE — wenigstens die letzten 2 km über Wasser zurücklegt. Die Windfahne stand auf der Südwestecke des Hauses, in einem nach Süden offnen, im Durchmesser 50 m großen, von Palmen freien Halbkreise. Diese Palmen waren — mit Ausnahme einzelner entfernt stehender — niedriger. Im Süden standen etwa 6 m hohe Bananen.

B. Die Bearbeitung der Windregistrierungen.

Die Bearbeitung der Windregistrierung geschah so, daß von jeder Stunde die mittlere Richtung und Geschwindigkeit des Windes von dem Registrierbogen abgelesen wurden. Ersteres machte keine Schwierigkeit. Die Registrierungen der Windrichtung weisen nur ganz untergeordnete Lücken auf. Hingegen konnte es nicht vermieden werden, daß bei der Auswertung der Windgeschwindigkeit willkürliche Maßnahmen unterliefen. Dahin gehört hauptsächlich die Registrierung der schwachen Luftbewegungen. Unter 1.8 m. p. s. Geschwindigkeit blieben die Kontakte aus. Bei der Ablesung wurde daher, sobald nur in großen Zwischenräumen Kontakte aufgezeichnet waren, d. h. weniger als 0.5 Kontakt pro Stunde, andrerseits aber die Schwankungen der viel empfindlicheren Windfahne anzeigten, daß eine gleichmäßige schwache Luftströmung vorhanden ge-

Digitized by Google

wesen war, 1.8 in das Schema eingetragen. Darunter wurden nur zwei Stufen unterschieden, 1 und 0; erstere, wenn Kontakte während einiger Stunden überhaupt nicht kamen, die Schwankungen der Windfahne jedoch anzeigten, daß noch etwas Wind wehte; 0 wurde geschrieben, wenn auch die Windfahne ganz still stand. Auf diese Weise wurde versucht, der Wirklichkeit möglichst nahe zu kommen.

Da die Registrierung der stärkeren Winde recht sicher ist und die Unsicherheit sich nur auf die ganz schwachen Winde unter 1.8 m. p. s. erstreckt, ist eine nennenswerte Fälschung der Mittelwerte des Tages, Monats und Jahres nicht zu befürchten. Höchstens kann der tägliche Gang während der Nachtstunden um $^1/_2$ m falsch sein.

C. Die Ergebnisse der Registrierungen des Windes.

Zum Verständnis der Ergebnisse der Registrierungen des Windes muß zuvor auf die Eigentümlichkeit der Lage der Station eingegangen werden:

Samoa liegt im Bereich des Südostpassates. Nach den Beobachtungen auf Schiffen hat W. Köppen im Segelhandbuch für den Stillen Ozean gezeigt, daß im südlichen Winter der Passat hier als regelmäßiger Südostpassat auftritt, während er im Sommer fast ostnordöstliche Richtung hat, schwächer weht und oft von andern, meist westlichen Winden unterbrochen wird.

Die Samoa-Inseln, speziell die Insel Upolu erstrecken sich nun genau in der Richtung des Passates. Sie sind sehr gebirgig; Upolu hat bei einer mittleren Breite von 16 km fast 1 km hohe Gebirgsketten. Sie bewirken, daß die zu ihnen senkrechte Komponente der übers Meer daher kommenden Winde aufgehoben wird, daß aber der ihnen parallel gerichte Passat an der Küstenlinie entlang weht und dabei alle Windungen mitmacht. So kommt es, daß der Passat in Apia ein reiner Ostwind ist und seine südliche Komponente nicht zur Geltung kommt.

Außer dieser der allgemeinen Zirkulation angehörenden Luftströmung kommen in Apia die Land- und Seewinde stark in Betracht, welche dadurch noch verstärkt erscheinen, daß der Landwind zugleich Bergwind, der Seewind zugleich Talwind ist. Dieser Land- und Bergwind kommt allgemein von Süd, durch lokalen Einfluß jedoch entweder von Südsüdost oder Südsüdwest; der Seewind hat rein nördliche Richtung.

Unter dem Einflusse dieser lokalen Winde wird der Passat aus seiner eigentlichen Bahn abgelenkt, sodaß er nachts und früh als Südostwind, mittags und nachmittags als Ostnordostwind auftritt.

Nach diesen Vorbemerkungen wird umstehende Tabelle weitere Auskunft geben.

Digitized by Google

Häufigkeit der Windrichtungen in %.

	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	NNE	NE	umlfd.	still	Ostwinde (ENE bis SSE)	Süd- u. West-Winde (S bis WNW)	Nordwinde (NW bis NE)
Jan.	4.9	6.9	8.2	11.0	12.4	17.4	4.8	20.5	5.0	0.6	1.1	0.8	0.9	2.2	0.8	1.8	4.9	0.0	0.2	55.9	34.8	10.6
Febr.	2.2	3.8	7.4	9.2	9.0	6.6	5.1	5.8	16.5	13.5	5.4	6.0	3.4	1.0	0.2	0.4	2.2	0.4	5.2	36.0	52.3	7.2
März	5.5	4.2	7.0	6.2	12.2	19.5	1.5	10.4	6.5	0.8	4.0	0.5	7.1	7.8	0.5	2.5	5.5	0.1	2.4	49.1	23.7	28.4
April	6.8	10.6	11.6	12.9	20.5	9.1	3.8	4.9	3.1	2.9	1.6	3.1	4.0	1.5	0.2	2.0	6.8	0.1	0.4	64.7	19.4	14.5
Mai	4.2	18.5	22.5	21.0	11.2	10.1	0.2	1.3	1.5	1.4	0.2	0.2	1.1	0.6	0.6	2.3	4.2	0.0	1.9	83.3	4.8	8.8
Juni	2.4	21.1	26.2	20.0	16.0	8.4	0.1	0.1	0.4	0.0	0.1	0.0	0.0	0.9	0.4	0.0	2.4	0.0	3.5	91.7	0.7	3.7
Juli	7.9	17.8	24.5	9.0	18.6	13.6	0.5	0.2	1.0	0.1	0.0	0.0	0.9	0.2	0.1	0.9	7.9	1.4	2.4	83.5	1.8	10.0
Aug.	1.4	22.1	41.8	13.8	9.5	8.5	0.1	0.1	0.0	0.2	0.2	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	1.4	0.5	0.6	95.7	1.0	3.3
Sept.	1.5	40.1	19.9	19.8	9.1	7.9	0.4	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.1	0.2	0.1	0.6	1.5	0.4	0.0	96.8	0.7	2.5
Okt.	4.4	23.1	16.2	9.8	18.5	18.9	0.9	2.5	0.0	0.0	0.6	0.0	0.1	0.6	0.5	3.4	4.4	0.1	0.0	86.5	4.0	9.0
Nov.	5.4	19.2	9.2	21.4	9.4	13.9	3.8	4.0	1.4	1.4	2.4	0.2	1.4	3.2	1.0	2.6	5.4	0.4	0.0	73.1	13.2	13.6
Dez.	4.6	15.6	9.8	12.0	10.8	24.2	1.6	3.4	2.0	1.5	1.6	1.4	2.8	1.5	0.9	4.5	4.6	0.2	0.0	72.4	11.5	14.3
Jahr	4.3	16.9	17.0	13.8	13.1	13.2	1.9	4.4	3.1	1.9	1.4	1.1	1.9	1.7	0.5	1.8	4.3	0.3	1.4	74.0	13.8	10.2
Passatzeit	3.6	23.8	25.2	15.6	13.8	11.2	0.4	0.7	0.5	0.3	0.2	0.1	0.5	0.5	0.4	1.3	3.6	0.4	1.4	89.6	2.2	6.3
Regenzeit	4.9	10.1	8.9	12.1	12.4	15.1	3.4	8.2	5.8	3.5	2.7	2.0	3.3	2.9	0.6	2.3	4.9	0.2	1.4	58.6	25.6	14.0

In 74 % aller Stunden wehte also Passatwind. Die Zahl steigert sich in der eigentlichen Passatzeit (Mai bis Oktober), welche sich — wie noch oft gezeigt werden soll — scharf von der Regenzeit (November bis April) unterscheidet, auf 90 %, während sie in der Regenzeit immer noch 59 % beträgt.. Genau die entgegengesetzte jährliche Verteilungsperiode befolgen die Nordwinde und Westwinde. Windstillen sind selten und verteilen sich gleichmäßig auf die Jahreszeiten. Sie kommen an der Station nur nachts vor. Die Unterschiede der Jahreszeiten erscheinen am extremsten im März (Regenzeit) und September (Passatzeit). Letzterer hat in 97 % aller Stunden Passatwind (siehe auch Figur 3 a u. b).

Die durch den Druck hervorgehobenen größten Häufigkeitszahlen weisen einen deutlichen jährlichen Gang auf, welcher im Widerspruch zu stehen scheint zu dem, was oben allgemein über die Winde in den samoanischen Gewässern gesagt ist. Es hat den Anschein, als ob gerade in der Regenzeit die südliche Komponente überwiege, und der Passat in der Trockenzeit hauptsächlich nordöstliche Richtung habe. Die Erklärung dieses Widerspruchs, soweit er nicht auf die Ausnahmestellung dieses einen Jahres beruhen sollte, bringt eine nähere Betrachtung der Tabelle auf Seite 13.

Die Windgeschwindigkeit hat in Samoa eine ausgeprägte jährliche, noch mehr aber tägliche Periode. Ein tägliches Maximum um Mittag (1 p), ein Minimum vor Sonnenaufgang. Das Monatsmittel ist in der Passatzeit am größten. Das Verhältnis des Julimittels zum Januarmittel ist 2.4; das des größten Stundenwertes zum kleinsten ist im Mittel ebenfalls größer als 2.

Die harmonische Analyse giht folgende Formeln für die tägliche Periode der Windgeschwindigkeit in m. p. s.

Jahr . . .	$3.01 + 1.02 \sin (241^\circ + \varphi) + 0.35 \sin (70^\circ + 2\varphi)$
Passatzeit .	$3.48 + 1.24 \sin (245^\circ + \varphi) + 0.47 \sin (71^\circ + 2\varphi)$
Regenzeit .	$2.53 + 0.82 \sin (236^\circ + \varphi) + 0.22 \sin (65^\circ + 2\varphi)$

Die tägliche Periode der Windgeschwindigkeit ist hier also besonders stark ausgeprägt. Sie rührt bekanntlich davon her, daß nachts über dem sich stark abkühlenden Lande die unterste Luftschicht sehr stahil wird, sodaß der verlangsamend wirkende Einfluß der Reihung am Erdboden nicht mehr durch Mischung der untersten Luft mit der schnelleren in der Höhe teilweise aufgewogen werden kann. Wenn bei der Erwärmung des Erdhodens durch Strahlung nicht ein Aufsteigen der erwärmten Luft und damit ein Herabsinken der schneller sich hewegenden kalten Luft höherer Schichten einträte, würde die dem Erdboden henachbarte Luft ja stets in Ruhe hleiben. Insofern ist der tägliche Gang der Windstärke lediglich ein Tagphänomen, das der Temperatur nahe parallel geht. Wenn man ferner die vorhandene Abhängigkeit der ganztägigen Amplitude (r_1) von der mittleren Windgeschwindigkeit eliminiert, indem man für Passat- und Regenzeit den Quotienten der obigen harmonischen Ausdrücke hildet, also Passatzeit $\frac{1.24}{3.48} = 0.357$ und Regenzeit $\frac{0.82}{2.53} = 0.324$, so findet

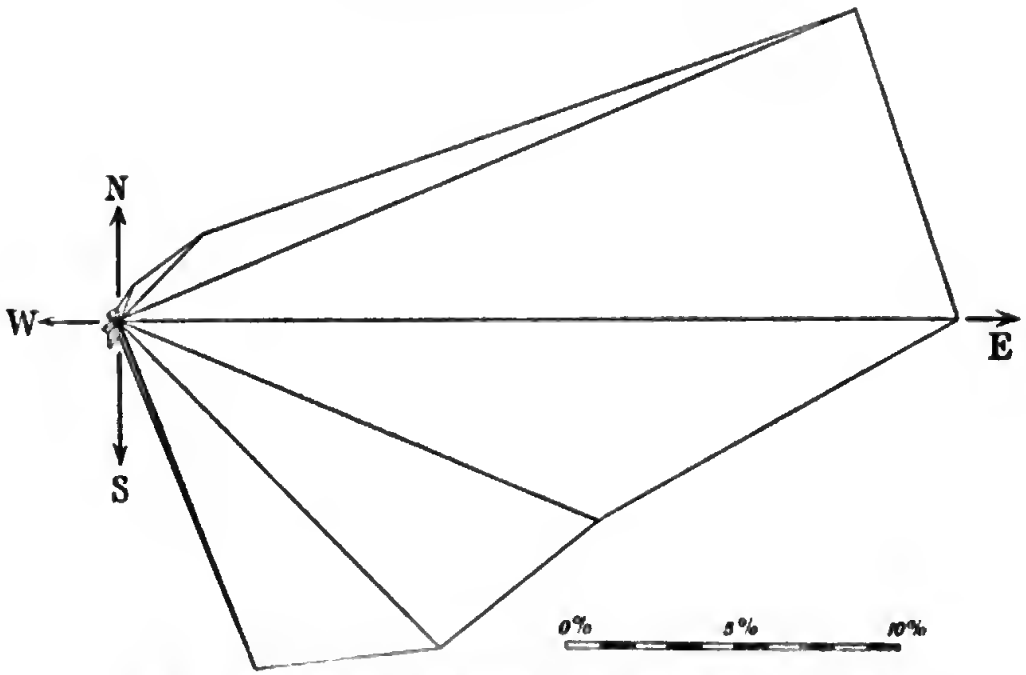


Fig. 3 a. Häufigkeit der verschiedenen Windrichtungen in %. Passatzeit.

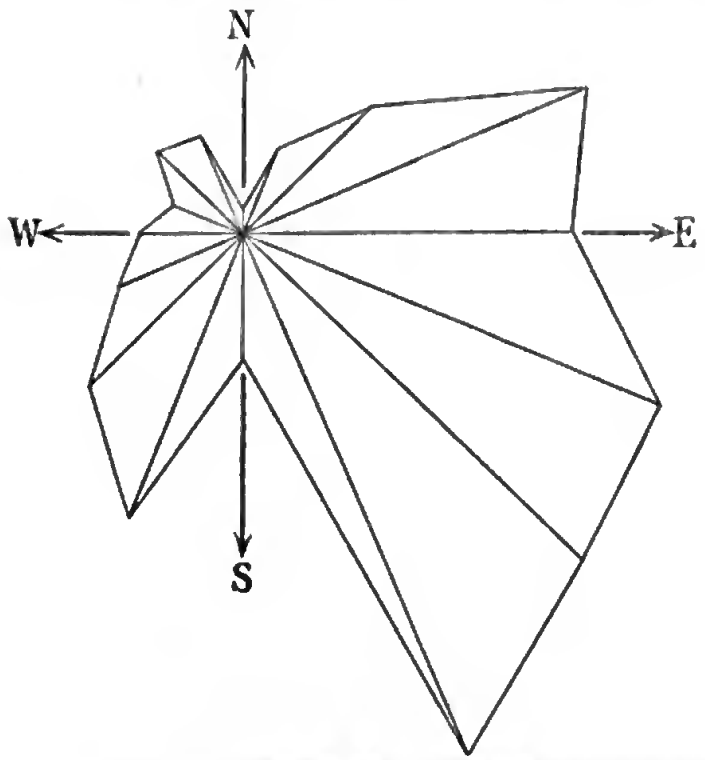


Fig. 3 b. Häufigkeit der verschiedenen Windrichtungen in %. Regenzeit.

Digitized by Google

Mittlere Stundenwerte der Windgeschwindigkeit. m/sek.

Vormittag. 1906. Nachmittag.

	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12	Mittel
Januar	1.50	1.28	1.44	1.40	1.08	1.24	1.84	1.78	1.62	2.06	2.20	2.12	2.18	2.24	2.50	2.46	2.34	2 46	2.58	2.84	2.32	2.24	1.98	2.16	1.99
Februar	1.75	1.61	1.57	1.52	1.44	1.47	1.58	1.75	2.18	2.73	3.23	3.62	3.86	3.80	3.74	3.58	3.30	2.97	2.58	2.03	2.07	1.85	1.77	1.78	2.41
März	1.93	1.98	1.93	2.04	1.95	1.92	1.86	2.03	2.06	2.98	3.18	3.55	3.68	3.55	3.65	3.14	3.05	2.83	2.82	2.44	2.28	2.61	2.36	2.13	2.60
April	2.18	2.06	1.86	1.98	1.94	2.06	2.12	2.19	2.90	3.15	3.44	3.68	3.94	3.72	3.59	3.40	3.41	3.08	2.65	2.48	2.38	2.35	2.26	2.28	2.71
Mai	2.39	2.45	2.26	2.23	2.05	2.12	2.16	2.39	3.06	3.73	4.02	4.37	4.55	4.62	4.47	4.44	3.87	3.28	2.89	2.67	2.44	2.58	2.59	2.46	3.08
Juni	2.64	2.62	2.30	2.31	2 25	2.14	2.40	2.38	3.35	3.94	4.50	4.81	5.02	5.16	4.78	4.46	4.19	3.88	3.26	2.97	2.90	2.86	2.66	2.56	3.36
Juli	2.00	1.90	1.99	1.98	1.94	1.91	1.99	2.10	2. 49	3.17	3.66	4.18	4.42	4.33	4.30	4.11	3.61	3.24	2.91	2.59	2.32	2.71	2.32	2.07	2.84
August	4.14	4.04	4.25	4.00	4.10	4.10	3.88	3.99	5.50	5.44	5.71	5.82	6.08	6.20	6.15	5.62	5.20	4.61	4.01	4.12	4.18	4.33	4.32	4.01	4.73
Septemb.	2.51	2.47	2.29	2.27	2.18	2.34	2.12	2.95	4.08	4 37	4.89	5.02	5.05	5.24	5.12	5.05	4.25	4.16	3.74	3.16	2.99	2.94	2.84	2.71	3.57
Oktober	2.34	2.27	2.19	2.20	2.13	2.38	2.34	2.96	3.62	3.90	4.57	5.12	4.88	5.07	4.85	4.47	4.06	3.67	2.93	2.64	2.68	2.82	2.71	2.74	3.30
November	2.20	2.16	2.16	2.05	2.04	2.04	2.17	2.42	2.62	2.64	2.86	3.34	3.92	3.91	3.62	3.67	3.42	3.34	2.99	2.61	2.46	2.27	2.08	2.13	2.71
Dezember	2.21	2.30	2.20	2.25	2.15	2.12	2.40	2.33	2.88	3.27	3.32	3.58	4.02	3.80	3.51	3.50	3.10	2.96	2.89	2.34	2.39	2.32	2.47	2.34	2.78
	Differenzen gegen das Mittel.																								
ahr	—0.69	—0.75	—0.81	—0.83	*—0.89*	—0.88	—0.77	—0.57	+0.02	+0.43	+0.79	+1.09	**+1.29**	**+1.29**	+1.17	+0.98	+0.65	+0.36	+0.01	—0.27	*—0.39*	**—0.34**	—0.48	—0.57	3.01
assatzeit	—0.81	—0.86	—0.93	—0.98	—1.00	*—1.02*	—1.00	—0.68	+0.20	+0.61	+1.08	+1.41	+1.52	**+1.62**	+1.46	+1.21	+0.72	+0.33	—0.19	—0.46	*—0.56*	**—0.44**	—0.57	—0.72	3.48
egenzeit	—0.57	—0.63	—0.67	—0.66	*—0.76*	—0.72	—0.53	—0.45	—0.15	+0.27	+0.51	+0.79	**+1.07**	+0.97	+0.91	+0.76	+0.57	+0.43	+0 22	—0.07	—0.21	—0.26	—0.38	—0.39	2.53

man, daß die beiden so reduzierten Amplituden dasselbe Verhältnis zu einander haben, wie die Amplitnden r_1 der Temperatur [1]) für dieselben Jahreszeiten,

$$\frac{0.357}{0.324} = \frac{2.47}{2.24} = 1.10$$

Das heißt also, gleiche Temperaturschwankungen erzeugen bei gleichen Windstärken höherer Schichten anch gleiche Schwankungen der Windgeschwindigkeiten an der Erde. Das gilt natürlich nicht im einzelnen Falle, läßt sich aber im Mittel längerer Beobachtnngsreihen hier feststellen. Ein Versuch, diese Beziehung zwischen täglicher Temperaturschwankung, täglicher Windschwankung und Windstärke von Tag zu Tag zahlenmäßig festzulegen, ließ sich nicht durchführen.

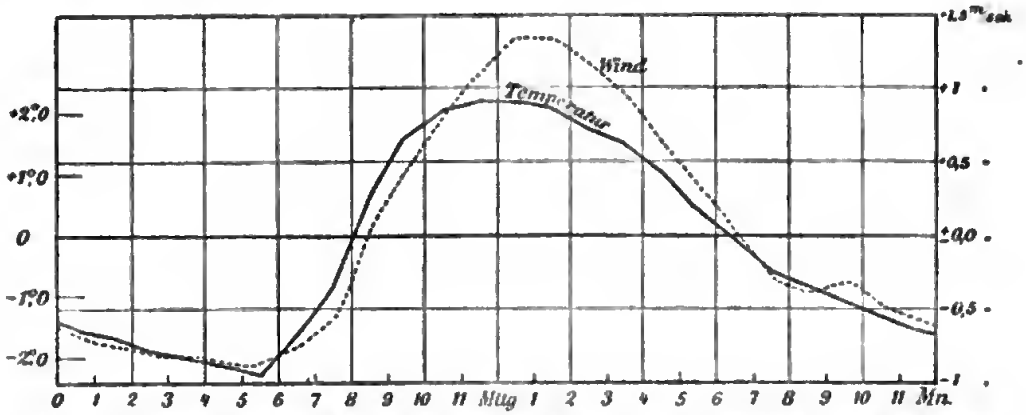


Fig. 4. Täglicher Gang der Temperatur und der Windstärke in Differenzen gegen das Mittel.

Die Fignr 4 stellt den täglichen Verlanf der Windstärke und der Temperatur dar. Die Parallelität beider Elemente ist augenscheinlich. Die Phasenwinkel α_1 der harmonischen Analyse [1]) stimmen genau mit einander überein, 242°, während das zweite Glied (α_2) ein Nachfolgen der Windstärke anzeigt. α_2 für Windstärke ist im Jahresmittel 70°, bei der Temperatur hingegen 94°, weist also auf eine Verspätung der Extreme der Windstärke um $^3/_4$ Stunde hin.

Diese Zunahme der Windgeschwindigkeit am Tage, welche durch das Herabsinken schneller bewegter Luft der höheren Schichten hervorgerufen wird, hat aber auch eine periodische Änderung der Windrichtung znr Folge. Drachenbeobachtungen [2]) haben ergeben, daß während der Passatzeit schon in 1000 m Höhe ostnordöstliche Luftströmungen vorherrschen. Ein Herabsinken oberer Luftmassen muß also am Nachmittage eine Drehung der Windrichtung gegen den Uhrzeiger zur Folge haben, während am Nachmittage bei der eintretenden Abkühlung der Wind wieder zurück dreht.

1). s. Seite 11.

2) F. Linke: Drachenaufstiege in Samoa, Göttinger Nachrichten 1905.

Digitized by Google

Diese allgemeine Winddrehung wird in Samoa noch verstärkt durch den Einfluß der Tag- und Nachtwinde, sodaß die gesamte Drehung des Passates im Laufe des Tages mehr als 90° beträgt.

Die Tabelle auf Seite 16 wird das deutlich zeigen.

Es sind die Zahlen größerer Häufigkeit durch fetteren Druck hervorgehoben, sodaß der tägliche Gang sofort in die Augen fällt. Die Regelmäßigkeit ist besonders während der Passatzeit bemerkenswert, tritt aber auch in der Regenzeit deutlich hervor.

Bei näherer Betrachtung der einzelnen Zahlen in der Tabelle für die Regenzeit bemerkt man auch bei den Westwinden deutlich die Ablenkung nach Norden hin von 9a bis 6p. —

Aus diesen Betrachtungen über den täglichen Gang der Windrichtung erklärt sich auch der Widerspruch im jährlichen Gange der Windrichtungen, auf welchen oben hingewiesen wurde: Das Überwiegen des SE-Windes in der Regenzeit, wo nach Schiffsbeobachtungen E- und ENE-Winde zu wehen pflegen.

Betrachten wir noch einmal die Tabelle auf Seite 10, so können wir feststellen, daß der durch fetteren Druck der größeren Zahlen kenntlich gemachte jährliche Gang der Windrichtung genau dem täglichen entspricht: Überwiegen der südlichen Richtungen bei schwachen Winden in der Regenzeit, der nördlichen Winde in der windstarken Passatzeit. Dabei sind die Häufigkeitszahlen für ESE-, SE- und SSE-Winde in der Regenzeit die gleichen wie in der Passatzeit. Die geringe Stärke der östlichen Luftströmung in der Regenzeit und ihre gering ausgebildete tägliche Periode verhindert jedoch die mittägliche starke Drehung nach Norden, welche in der Passatzeit meist eintritt und soeben als Folge des Herabsinkens von Luftmassen höherer Schichten erklärt ist, welche aus ENE ziehen.

Da die Winde der Regenzeit nun im Mittel schwächer sind und daher nachts häufiger die Landbrise aus Süd weht, so macht sich das im Mittel durch ein Überwiegen der südlichen Komponente bemerkbar.

In der Passatzeit hingegen ist oft der Wind so stark, daß die südliche Komponente nachts nicht zur Ausbildung kommt, sondern der Passat die ganze Nacht hindurch weht.

So stellt sich also der Widerspruch zwischen Schiffsbeobachtungen und den Registrierungen an der Nordseite der Inseln als ein interessanter und wohlbegründeter Einfluß der Insel heraus, welcher jedenfalls nicht weit über ihre Küsten hinausreichen kann. Wie bei Besprechung der Regenverhältnisse zu bemerken sein wird, machen sich bei der Verteilung des Niederschlags über die verschiedenen Teile des Inselgebietes die allgemeinen Luftströmungen durchaus geltend.

Von großem Interesse wäre es natürlich, auf der Südseite der Inseln ebenfalls einige Zeit Windregistrierungen anzustellen.

Digitized by Google

Täglicher Gang der Windrichtung in %.

Passat-Zeit.

	Vormittag				Nachmittag			
	0—3	3—6	6—9	9—12	12—3	3—6	6—9	9—12
N	0	0	0	1	1	1	0	0
NNE	0	0	0	2	4	2	1	½
NE	1	½	1	15	12	5	1	½
ENE	6	5	12	**50**	**54**	**40**	13	6
E	18	16	**27**	**27**	**23**	**33**	**37**	**24**
ESE	19	18	15	3	1	4	**22**	**24**
SE	**26**	**22**	18	2	1	2	13	**27**
SSE	**22**	12	18	1	1	1	6	13
S	½	1	½	0	0	0	0	½
SSW	1	1½	1	0	0	2	½	0
SW	0	0	1	½	½	1	1	½
WSW	0	0	0	0	0	½	½	½
W	0	0	½	½	0	½	0	0
WNW	0	0	0	0	0	0	0	0
NW	0	0	0	1	2	1	0	0
NNW	½	0	0	1	1	1	0	0
Still	3	4	2	½	0	0	0	1
umlaufend	0	0	1	1	0	0	0	½

Regen-Zeit.

	Vormittag				Nachmittag			
	0—3	3—6	6—9	9—12	12—3	3—6	6—9	9—12
N	0	0	1	1	1	2	½	0
NNE	1	1	1½	4	4	4	1	1
NE	1	1	3	9	13	8	3	1
ENE	1	1	6	**21**	**26**	**20**	5	1
E	2	1	8	18	15	12	12	2
ESE	11	8	11	10	8	16	16	15
SE	16	15	14	8	5	8	19	16
SSE	**28**	**29**	18	2	1	3	12	**29**
S	7	6	5	2	1	1	2	4
SSW	13	17	12	3	1	2	6	11
SW	8	6	7	4	4	6	7	5
WSW	1	4	3	2	2	4	5	5
W	2	2	3	4	4	3	3	1
WNW	2	2	2	3	2	1	2	2
NW	1	0	1	6	6	7	3	2
NNW	1	½	1	4	7	6	3	2
Still	4	3	2	0	0	0	0	0
umlaufend	0	0	0	0	0	½	0	0

Digitized by Google

Mittlere Windgeschwindigkeit der einzelnen Windrichtungen.

1906	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	NNE	NE
Januar	2.12	2.54	2.65	2.80	1.83	1.80	1.80	2.01	2.12	2.12	2.03	1.95	1.80	3.26	2.20	2.33	2.12
Februar . . .	1.99	2.35	4.90	3.28	2.80	1.79	2.01	2.04	2.52	2.27	2.46	2.12	2.41	2.57	1.95	2.07	1.99
März	2.34	5.40	4.65	3.10	2.64	1.85	2.12	1.84	1.88	2.05	2.24	3.32	3.35	3.56	3.38	2.98	2.34
April	3.68	4.42	3.40	2.28	1.93	2.07	2.18	2.04	2.44	2.41	2.60	3.56	3.34	2.62	2.20	2.23	3.68
Mai	4.36	4.99	3.84	2.14	1.96	2.11	1.80	1.97	2.22	1.90	2.05	2.65	2.59	3.00	2.00	2.71	4.36
Juni	2.86	5.02	4.37	2.40	2.02	1.94	1.80	1.80	—	—	—	—	—	3.13	2.27	—	2.86
Juli	3.54	4.46	3.58	2.40	1.71	1.71	1.95	1.90	1.96	1.90	—	—	1.86	1.80	2.10	1.97	3.54
August	2.85	6.32	5.84	3.24	1.97	1.61	1.80	2.00	—	1.80	1.90	2.00	2.45	2.18	2.05	1.80	2.85
September . .	3.54	5.08	3.45	2.29	2.00	1.85	2.05	—	—	2.00	2.40	—	2.30	1.80	1.80	1.80	3.54
Oktober . . .	4.26	5.39	3.77	2.93	2.19	2.06	2.35	2.29	—	—	2.22	—	2.30	2.46	2.90	2.74	4.26
November . . .	3.89	3.52	2.92	2.38	2.14	1.97	2.17	1.93	1.97	2.14	2.56	2.10	2.90	3.57	2.60	2.74	3.89
Dezember . . .	2.90	3.78	3.49	2.74	2.08	2.13	2.22	2.27	2.28	1.92	2.93	2.20	3.46	3.82	3.38	4.92	2.90
Jahr	3.19	4.44	3.90	2.58	2.06	1.91	2.02	2.01	2.17	2.05	2.34	2.49	2.39	2.81	2.40	2.57	3.19
Passat-Monate .	3.57	5.21	4.14	2.57	1.98	1.88	1.96	1.99	2.09	1.90	2.14	2.32	2.30	2.40	2.19	2.20	3.57
Regen-Monate .	2.82	3.67	3.67	2.76	2.15	1.94	2.08	2.02	2.20	2.15	2.47	2.54	2.88	3.23	2.62	2.88	2.82

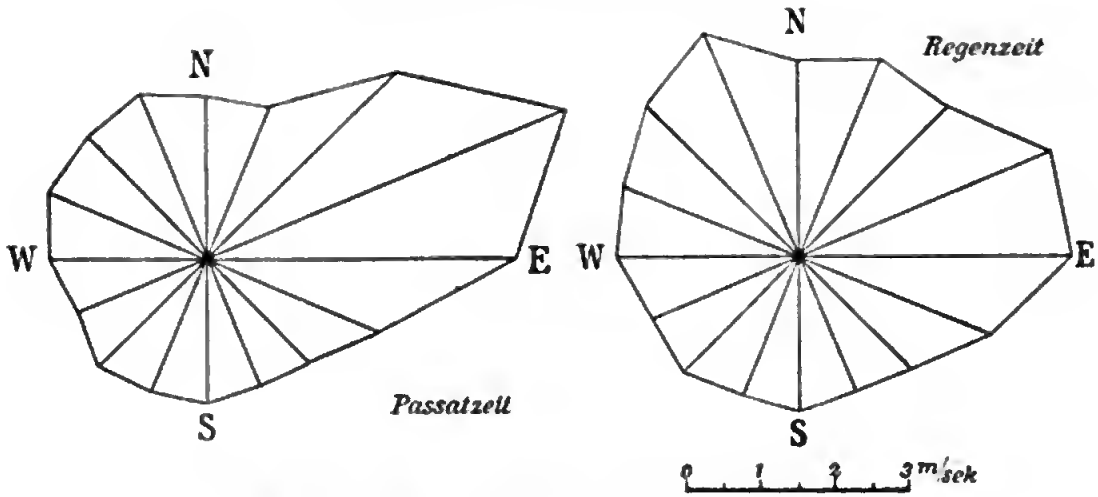


Fig 5. Mittlere Windgeschwindigkeit bei den einzelnen Windrichtungen.

Die Tabelle auf Seite 17 und Figur 5 zeigen die mittlere Windgeschwindigkeit der 16 Richtungen. In der Passatzeit überwiegen die Ostwinde nicht nur an Häufigkeit, sondern auch an Stärke. In den Regenmonaten treten besonders heftige Nordwestwinde auf. Die Südwinde sind in der Passat- und in der Regenzeit gleich stark, während alle aus nördlichen Richtungen kommende Winde in der Regenzeit verstärkt erscheinen. Hier macht sich die allgemeine Zirkulation wieder bemerkbar.

Die Tabelle auf Seite 19 und Figur 6a und 6b geben eine Vereinigung der beiden vorhergehenden Tabellen und zeigen den mittleren Windweg für die 16 Richtungen, das Produkt aus Häufigkeit und mittlerer Stärke. Auch hier

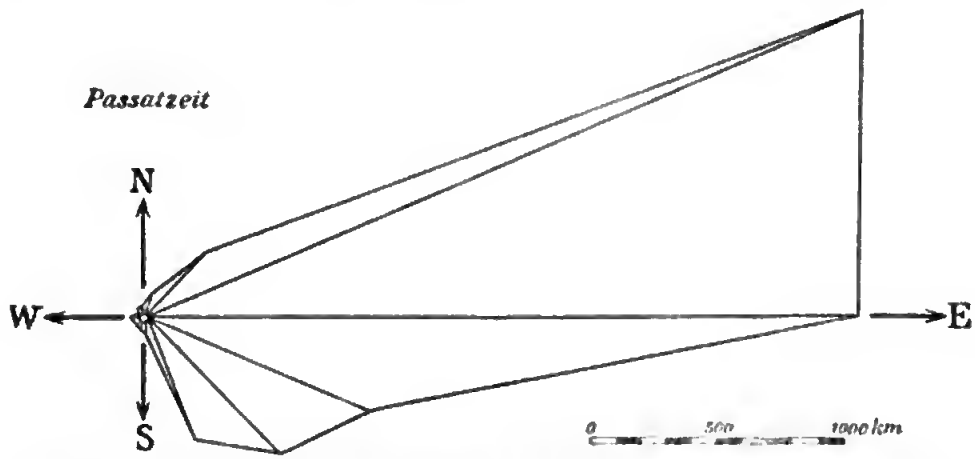


Fig. 6a. Mittlerer Windweg der einzelnen Richtungen in km pro Monat (Passatzeit).

Digitized by Google

Mittlerer Windweg in km pro Tag.

	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	NNE	NE
Januar	9.0	15.1	18.8	26.6	19.6	27.0	7.5	35.6	9.2	1.1	1.9	1.4	1.4	6.2	1.5	3.6	9.0
Februar . . .	3.8	7.7	31.4	26.1	17.9	10.1	8.8	10.2	35.9	26.4	11.5	11.0	7.1	2.2	0.3	0.7	3.8
März	11.1	19.6	28.2	16.6	27.8	31.4	2.8	16.5	10.5	1.4	7.7	1.4	20.6	24.0	1.5	6.4	11.1
April	21.6	40.5	34.1	25.4	34.1	16.2	7.2	8.6	6.5	6.0	3.6	9.6	11.6	3.4	0.4	3.8	21.6
Mai	15.1	79.8	74.6	38.8	18.9	18.4	3.1	2.2	2.5	2.3	3.5	0.5	2.5	1.6	1.0	5.4	15.1
Juni	5.9	91.6	96.8	35.2	27.9	14.1	0.2	0.2	—	—	—	—	—	2.4	0.8	—	5.9
Juli	24.2	68.6	75.8	18.7	27.5	20.1	8.4	3.3	1.7	0.2	—	—	1.4	0.3	0.2	1.5	24.2
August. . . .	3.4	98.5	210.8	38.6	16.2	11.8	0.2	0.2	—	0.1	0.3	0.7	1.1	0.9	0.9	0.6	3.4
September . .	4.6	176.3	59.4	39.1	29.2	12.6	0.7	—	—	0.2	4.1	—	2.0	0.3	0.2	0.9	4.6
Oktober . . .	16.2	107.6	52.4	24.8	35.0	33.6	1.8	4.9	—	—	1.2	—	2.0	1.3	1.3	8.0	16.2
November. . .	18.1	58.4	23.2	44.0	17.4	23.7	7.1	6.7	2.4	2.5	5.3	0.4	3.5	9.8	2.2	6.2	18.1
Dezember . . .	11.5	51.0	29.6	28.4	19.4	44.5	3.1	6.7	3.9	2.5	4.0	2.7	8.4	4.9	2.6	19.3	11.5

Mittlerer Windweg in km pro Monat.

Jahr	361	2037	1838	906	727	659	127	238	182	107	108	69	154	143	32	141	361
Passat-Monate .	347	3112	2849	976	773	553	72	54	21	14	46	6	45	34	22	82	347
Regen-Monate .	376	961	826	836	681	764	182	421	342	199	170	132	263	252	42	200	376

Mittlere Windwege und -Richtungen.

Jahr . . . 5010 km pro Monat aus N 95% E

Passat-Monate 7523 „ „ „ „ N 89% E

Regen-Monate 2545 „ „ „ „ N 106% E

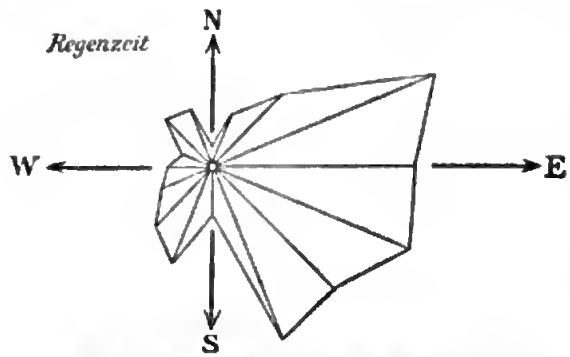


Fig. 6 b. Mittlerer Windweg der einzelnen Richtungen in km pro Monat (Regenzeit).

sind die höheren Zahlen durch fetteren Druck hervorgehoben. Die unbestrittene Herrschaft des Passates kommt in der Figur 6 a sehr charakteristisch zum Ausdruck.

Als Richtung des mittleren Windwegs in der Passatzeit ergibt sich genau Ost, während die Richtung in der Regenzeit aus den auf Seite 15 erörterten Gründen ESE ist.

Für die charakteristischen Monate März (Regenzeit) und September (Passatzeit) wurde der tägliche Gang des Windweges für dreistündige Intervalle berechnet. Es ergeben sich für die vier Hauptrichtungen folgende Komponenten:

Täglicher Gang des Windwegs in km pro Stunde.

1) September (Passatmonat).

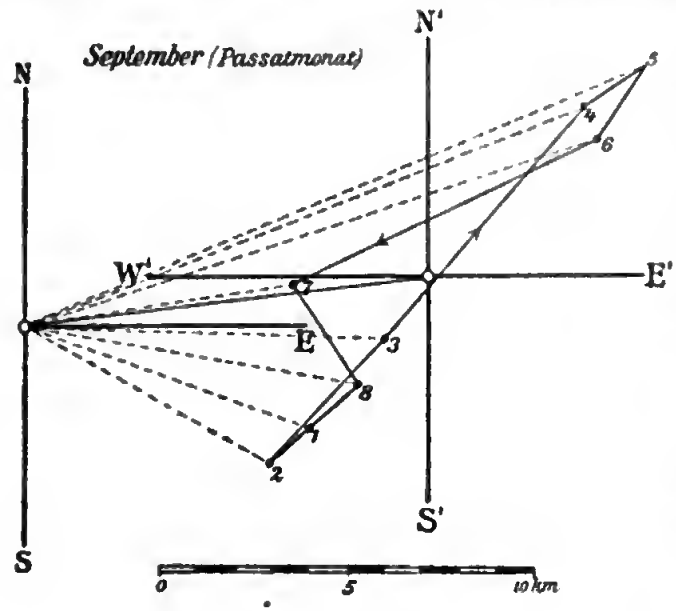
Intervall	N	E	S	W	Resultante	
					km	Richtung
0—3 a	0.5	7.5	3.1	0.0	7.9	N 109° E
3—6	*0.3*	*6.6*	**3.7**	0.0	7.4	120
6—9	1.5	9.9	1.9	0.2	9.7	92
9—12 a	5.9	14.9	0.2	0.1	15.9	69
0—3 p	**7.0**	**16.7**	*0.1*	0.0	18.1	68
3—6	5.1	15.3	0.2	0.1	16.0	72
6—9	2.1	7.0	1.0	0.0	7.1	81
9—12 p	1.0	8.8	2.5	0.0	9.0	100
Mittel	2.9	10.8	1.6	0.0	10.8	N 83° E

2) März (Regenmonat).

Intervall	N	E	S	W	Resultante	
					km	Richtung
0—3 a	1.3	1.6	**4.0**	*1.9*	2.7	N 189° E
3—6	*0.9*	*1.6*	**4.3**	**2.0**	3.5	187
6—9	1.0	2.6	3.9	1.5	3.1	160
9—12 a	2.6	7.3	2.4	*1.4*	5.9	88
0—3 p	**5.0**	**7.9**	*1.8*	1.8	6.8	62
3—6	4.1	5.0	2.2	**2.5**	3.2	53
6—9	2.4	3.7	2.5	2.3	1.4	97
9—12 p	1.8	2.7	4.2	2.1	2.6	166
Mittel	2.4	4.0	3.2	1.9	2.2	N 110° E

Digitized by Google

Sowohl für den Passat- als auch für den Regenmonat tritt die starke Periode der Nord-Süd Komponente hervor. Zwischen 3 a und 6 a zeigt sich ein typisches Maximum in der Südkomponente und ein Minimum in der Nordkomponente, während zwischen 0 und 3 p der entgegensetzte Fall eintritt. Die mittlere Stärke dieser Land- und Seewinde berechnet sich nach den Zahlen der Tabelle zu 1 bis 2 m. p. Sek., was mit den Beobachtungen übereinstimmt. Der Ostwind hat denselben täglichen Gang wie der Nordwind, weil beide von der Sonnenstrahlung abhängen. Die westliche Komponente fehlt in der Passatzeit vollkommen. Im Regenmonat tritt sie mit doppelter Periode auf. Das eine Maximum fällt mit dem des Landwindes zusammen, das andere zwischen 3 p und 6 p. Weitere Schlüsse aus dem dürftigen Material zu ziehen, ist wohl noch nicht angängig.



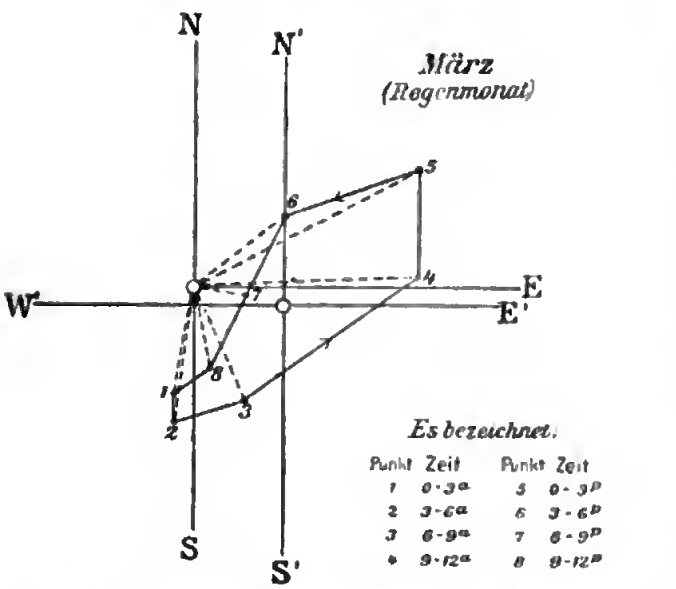


Fig. 7. Täglicher Gang des Windes (Vektordiagramm) in km pro Stunde.

Es soll daher nur noch auf das Vektor-Diagramm des täglichen Ganges hingewiesen werden, das sich aus der Tabelle auf S. 20 ergibt.

In Figur 7 bezeichnet NES ein Koordinaten-System, von welchem ausgehend die Resultanten abgetragen sind. N'E'S'W' geht durch den Punkt, welcher den mittleren Windweg des ganzen Tages darstellt. Die von ihm nach den acht Eckpunkten ausgehend gedachten Resultanten bezeichnen den von den mittleren Windverhältnissen befreiten Windweg.

Digitized by Google

Trotz der geschilderten lokalen Einflüsse und der überwiegenden Herrschaft des Passates tritt die auch in andern Klimaten gefundene Winddrehung während des Tages — auf der südlichen Halbkugel gegen den Uhrzeiger — besonders im Regenmonat deutlich hervor.

Sowohl aus diesem letzten Vektor-Diagramm und aus der Tabelle, auf die es sich gründet, als auch aus der Tabelle auf Seite 13, welche den täglichen Gang der Windgeschwindigkeit darstellt, geht deutlich hervor, daß zwischen 9 und 12 Uhr nachts ein sekundäres Maximum der Windstärke auftritt. Es macht sich sogar in den einzelnen Monatsmitteln der Tabelle geltend. Die Erscheinung ist nicht neu, sondern schon von Hellmann, Sprung, und andern für einige europäische Stationen nachgewiesen worden. Sie tritt hauptsächlich bei stürmischen Winden auf, deren Richtung gleichgültig scheint. Jedoch sind Niederschläge gewöhnlich mit dieser Windzunahme nicht verknüpft, sodaß der von Hellmann für Deutschland nachgewiesene Zusammenhang mit Gewitterböen für Samoa nicht zutrifft. Auch die Erklärung von Sprung, welcher den Grund in einer nächtlichen Vertiefung der Cyklonen sieht, kann wohl für die tropischen Ozeane mit gleichmäßigem Passate nicht zutreffen, besonders da jene nächtliche Windzunahme hauptsächlich bei hohem Drucke auftritt oder vielmehr nach einigen Tagen mit relativ hohem Luftdruck.

Es sollen über die höchsten Windgeschwindigkeiten während des Jahres 1906 einige Angaben gemacht werden. Da Samoa — man möchte fast sagen, leider — von einem Orkan in der Regenzeit dieses Jahres verschont blieb, fallen die stärksten Winde in die Passatzeit. Am 17. August ist als höchstes Stundenmittel 10.2 m/s bei ENE registriert worden (Tagesmittel 9.12); am 12. Juli bei E-Wind ebenfalls 10.2 (Tagesmittel 4.29).

Das höchste Stundenmittel in der Regenzeit trat am 16. März ein, 8.9 m/s bei NW (Tagesmittel 5.32).

In Böen wurde besonders am 15. bis 17. März auf kurze Zeit mehrmals 18 m/s überschritten.

Um die starke Abhängigkeit der täglichen Periode des Windes von der Stärke der Einstrahlung noch deutlicher zu zeigen, sind in folgender Tabelle die Mittel von je sieben ganz heiteren und ganz bedeckten Tagen des Jahres 1906 gebildet worden.

Die folgende Tabelle und Figur zeigen, daß die periodische Amplitude (Differenz zwischen dem höchsten und niedrigsten Stundenmittelwerte) an heiteren Tagen 3.34 m/s, an trüben Tagen nur 1.83 m/s, also etwa die Hälfte beträgt.

Digitized by Google

Windgeschwindigkeit an heiteren und trüben Tagen.

	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12
						Vormittag						
heitere Tage .	—0.69	—1.10	—1.16	—1.22	—0.92	—0.96	—1.14	—0.64	+0.13	+1.07	+1.37	+2.00
trübe Tage . .	—0.20	—0.01	—0.31	—0.47	—0.51	—0.83	—0.71	—0.28	+0.22	+0.57	+0.68	+0.73
						Nachmittag						
heitere Tage .	+2.14	+2.26	+1.78	+1.46	+0.40	+0.31	—0.39	—0.79	—0.94	—0.97	—1.03	—0.93
trübe Tage . .	+1.00	+0.90	+0.28	—0.15	—0.17	—0.11	—0.15	—0.49	—0.06	+0.20	—0.01	—0.21

Tagesmittel:

heitere Tage . . . 3.03
trübe Tage . . . 2.61

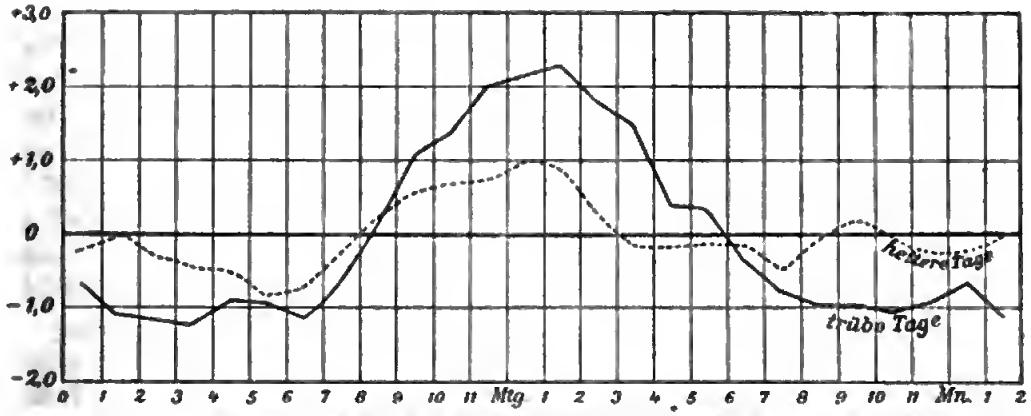


Fig. 8. Täglicher Gang der Windgeschwindigkeit an heiteren und trüben Tagen.

Wenn auch das Mittel nur auf den Registrierungen von wenigen Tagen beruht, haben wir doch die Kurven harmonisch analysiert. Die Phasenwinkel stimmen mit denen des Jahresmittels genügend überein, es sind ja dieselben, wie bei der Temperatur; jedoch sind die Amplituden sehr lehrreich:

Harmonische Konstanten der Windgeschwindigkeit.

	r_1	r_2	a_1	a_2
Jahresmittel	1.02	0.35	242°	71°
Heitere Tage	1.55	0.66	247°	67°
Trübe Tage	0.44	0.47	246°	103°

Betrachten wir hier die ganztägigen Amplituden der heiteren und trüben Tage, so finden wir — besonders wenn wir sie auf gleiche Windgeschwindigkeit

Digitized by Google

reduzieren — daß sie in demselben Verhältnis zu einander stehen, wie die ganztägigen Amplituden des Temperaturganges an heiteren und trüben Tagen, wie sie auf Seite 80 mitgeteilt sind (S. auch Seite 14 oben).

$$\text{Wind} \ . \ . \ \frac{0.44}{1.55} \cdot \frac{3.03}{2.61} = 0.33, \quad \text{Temperatur} \ . \ . \ . \ \frac{1.26}{3.16} = 0.40$$

Die Amplituden des halbtägigen Ganges sind an heitern und trüben Tagen größer als die der Jahresmittel, wie auch in obiger Figur das abendliche Maximum stärker hervortritt. Ganz auffallend ist r_2 an trüben Tagen, wo es r_1 sogar übertrifft.

Wenn diese Erscheinung nicht in der Dürftigkeit des Beobachtungsmaterials liegt, würde das bedeuten, daß der halbtägige Gang weniger von der Temperatur abhinge als der ganztägige, oder mit andern Worten, daß das nächtliche Maximum besonders an trüben Tagen, also wenn der Gleichgewichtszustand der Atmosphäre relativ labil ist, hervorträte. Und das bringt die noch unaufgeklärte Erscheinung des nächtlichen Windmaximums wieder den für Deutschland aufgestellten Hypothesen näher.

Sobald längere Beobachtungsreihen vorliegen, sollen diese Zusammenhänge nachgeprüft werden.

Digitized by Google

II. Registrierung des Regens.

A. Die Aufstellung der Regenmesser.

Der von Professor Hellmann angegebene registrierende Regenmesser wurde von Fueß in Steglitz Anfang 1902 geliefert. Der Regenmesser ist in den Veröffentlichungen des Königlichen Preußischen meteorologischen Institus eingehend beschrieben. In Muliuuu erhielt das Instrument seine Aufstellnng in der Mitte eines von etwa 5 bis 10 Meter hohen Palmen eingeschlossenen Platzes, der gegen 20 Meter Durchmesser besaß. Von dem Regenmesser aus gesehen, überragte der Palmenkranz die zulässige Höhe von 45 Grad nicht wesentlich. Aus seinen Kronen wurden öfters so viele Blätter herausgeschnitten, als ohne dauernde Schädigung der Bäume tunlich schien.

Anfang 1905, als die Bäume allmählich immer mehr herangewachsen waren, wurden die nächsten gefällt. Der Platz bekam dadurch einen Durchmesser von etwa 30 m, während die umgebenden Palmen nicht höher als etwa 12 m waren.

Es wird schwer zu ermitteln sein, ob und in welchen Fällen die umgebenden Palmen die gemessene Regenmenge vergrößert oder verkleinert haben. Jedenfalls befand sich aber der Regenmesser erheblich freier aufgestellt, als es an den meisten anderen Stellen anf Samoa möglich gewesen wäre. Freiere Plätze von bedeutendem Umfang sind dort überhaupt nicht vorhanden.

Zwei nebeneinanderstehende, gleichartige Regenmesser können Unterschiede in den gemessenen Regenmengen von 5 % ergeben, wenn die Aufstellung gut ist; fehlerhafte Aufstellung kann Unterschiede bis zu 50 % hervorrufen. Während einerseits nahestehende Hindernisse, wie Häuser und Bäume, den Regen abfangen oder das gemessene Regenwasser durch Hinzutropfen fälschlich vermehren können, wirkt andererseits eine allzufreie Aufstellung dadnrch störend, daß der Wind und insbesondere die vom Regenmesser selbst veranlaßten Luftwirbel die Regentropfen über die Auffangefläche hinwegtreiben.

Jedenfalls mußte die Bahn der Regentropfen, sobald sie in den gegen Wind geschützten Kranz von Palmenkronen herabkamen, vertikal werden, von welcher Seite auch der Wind wehte.

Während mehrerer Monate des Jahres 1903 stand ein Hellmannscher Tropenregenmesser in geringer Entfernung neben dem registrierenden Regenmesser. Obwohl von kleinerer Auffangefläche, gab der Tropenregenmesser — wenn wir von den Tagen absehen, an denen weniger als ein halbes Millimeter Regen gefallen ist — recht gut mit dem Registrierinstrument übereinstimmende Regenmengen.

Ebenso gaben Vergleichungen zwischen einem Hellmannschen Stationsregenmesser, der von Dr. Linke mitgebracht wurde, daß die abgeheberte Menge im Registrierinstrument im Jahre

1905 um 0,9 % weniger
1906 um 0,7 % mehr

betrug, als im Kontrollinstrument gemessen wurde. In beiden Fällen stand das Vergleichsinstrument etwa 1½ m vom registrierenden Regenmesser entfernt; die Auffangeflächen befanden sich natürlich in gleicher Höhe über dem Erdboden.

Die Auffangefläche betrug beim

registrierenden Regenmesser	200 qcm
Tropenregenmesser	100 qcm
Stationsregenmesser	200 qcm.

Der registrierende Regenmesser stand zur ebenen Erde auf einem wenige Centimeter hohen dreieckigen Sockel aus Korallenkalk und Cement. An den oben befindlichen drei Metallösen war er mittelst dreier Drähte verankert. Der Papierstreifen wurde morgens zwischen 7 und 8 Uhr gewechselt. War kein Regen oder nur wenig gefallen, so blieb der Streifen auf dem Apparate, sodaß er oft mehrere Tage hintereinander benutzt worden ist. Doch wurde, um Ableseirrtümer auszuschließen, in solchen Fällen stets ein neuer Streifen aufgelegt, wo sich das Sammelgefäß durch den Glasheber in die unten stehende Blechkanne entleert hatte, was nach etwa je 10 mm Regenmenge erfolgt. Während einiger Wochen, als der Vorrat an unbenutzten Streifen völlig erschöpft war, wurde es nötig, früher benutzte Streifen nochmals aufzuspannen; doch sind hierdurch keine Irrtümer entstanden, zumal da jeden Morgen der Stand der Schreibfeder nach Höhe und Zeit notiert wurde. Was die Zeitskala betrifft, so sind die Streifen von 10 zu 10 Minuten geteilt, sodaß man die einzelne Minute mit Sicherheit ablesen kann. Der tägliche Gang betrug in der Regel nicht mehr als 2 oder 3 Minuten, sodaß er bei der Reduktion nicht berücksichtigt zu werden brauchte. Die Trommel mit dem Streifen wurde jeden Morgen nach Abrücken der Schreibfeder so viel weiter gedreht, daß diese beim Wiederanstellen die richtige mittlere Ortszeit auf dem Streifen angab. Die Blechkanne wurde um diese Zeit stets entleert, falls sich das Sammelgefäß während der letzten 24 Stunden einmal oder öfters enthebert hatte. Die Menge des in der Kanne vorgefundenen Wassers wurde in dem mitgelieferten Meßglase gemessen.

Digitized by Google

B. Die Bearbeitung der Regenregistrierungen.

Was die Bearbeitung der Regenmessungen betrifft, so wurde für die ersten Jahre Anfangs- nnd Endminnte für jeden sicbtbaren Regenfall, Stand der Schreibfeder für jede volle Stunde einzeln abgelesen, während für die beiden letzten Jahre sogleich die zu veröffentlichenden Differenzen — Regendauer und Stundenmengen — den Streifen entnommen wurden. Der Betrag der abgeheberten Regenmenge wurde während dieser letzten Jahre ebenfalls den Registrierstreifen entnommen und so angesetzt. Die wirklicb abgeheberte Menge ergab im Jahre

1905 . . . 0,9 % mehr
1906 . . . 1,1 % „

als die aus den Registrierungen geschlossenen Mengen. Die Abweichungen sind also nnerheblicb. Bei der Rednktion der ersten beiden Jahre wurden die aus den Messnngen ermittelten abgeheberten Regenmengen zur Bestimmung derjenigen Größen benntzt, die zn den Streifenangaben nach dem Umkippen hinzuzufügen waren, um sic mit den Streifenangaben vor dem Umkippen in Verbindung zu setzen. Die mit dem Meßglase bestimmte Kippmenge betrug in der Regel nur wenige Zehntel mm weniger oder mehr, als der Idealwert von 10 mm. Dieses Rednktionsverfahren hat zu keinen Widersprüchen geführt, stellt einen Kompromiß dar zwischen den Methoden, entweder den Betrag 10,0 mm oder den häufig nicbt deutlich erkennbaren und — besonders bei starken Regengüssen aucb ziemlich verkürzten Betrag des tatsächlichen Herabgleitens der Schreibfeder anzusetzen. Zur Aufklärung dieser kleinen dnrch verschiedene Reduktionsverfahren möglichen Abweichungen wäre es vielleicht zweckmäßig, an einer geeigneten Versuchsstelle mehrere Regenmesser dieser Konstruktion unmittelbar neben einander anfzustellen nnd zwar so, daß sich ihre Schreibfedern in verschiedenen Phasen der Höbenstellung befinden, sodaß sie nicht gleichzeitig hinabgleiten. Der Regenmesser hat sich übrigens recht gut bewährt. Nur ein oder zwei Mal hätte man die Blechkanne größer gewünscht. Bei der Ablesung des Streifens bieten neben den bereits erwähnten sehr heftigen Regengüssen die ganz feinen Regenfälle einige Schwierigkeit, da hierbei die Entscheidnng darüber oft schwer ist, ob man es überhanpt während der betreffenden Zeit mit einem Regen zn tun hat, oder ob es sich nur um ein rein instrumentelles, vielleicht durch einzelne am Auffangtrichter oder im Zuleitungsrohr baften gebliebene Tropfen vom vorbergebenden Regenfalle bewirktes Ansteigen der Schreibfeder bandelt. Bisweilen hat aucb offenbar der Schwimmer oder dessen Führungsstange ein wenig festgesessen, doch wird dann in der Regel ein plötzlicher Aufstieg das Ende und damit das Vorhandensein einer solchen Störung dokumentieren. Die wenigen durch derartige Anlässe bewirkten Störungen sind bei der Bearbeitung unter Hinzuziehung der Aufzeichnungen des Thermographen und des Hyrographen ergänzt worden und werden insbesondere deswegen keine erheblicbe Beeinträchtigung der im übrigen regelmäßig bedienten und vollständigen Regenbeobachtungen bedenten, weil durch die Messung der

Digitized by Google

entleerten Wassermenge stets ein sicherer Anhalt gegeben war. Diejenigen Zahlenwerte, die nach Menge und Zeit irgend welche Unsicherheit besitzen, da sie angesichts solcher Störungen in der eben gedachten Weise ergänzt werden mußten, sind an ihrer Stelle in den monatsweise zusammengestellten Listen kenntlich gemacht worden.

Die Wiedergabe der Beobachtungen erfolgt in Monatstabellen. Man findet dort die jedem Tage und jedem Stundenintervall zugehörige Regenmenge in Zehntel mm angegeben. Regenmengen die ein halbes Zehntel mm in der Stunde nicht erreicht haben, aber dennoch sicher als Regenmengen zu betrachten sind sind mit einer 0 bezeichnet. Um auch die Dauer des in jeder Stunde gefallenen Regens erkennen zu lassen, ist die Anzahl der Minuten in kleineren Ziffern über der betreffenden Regenmenge vermerkt worden. Diese kleine Ziffer steht an der linken Seite, wenn der Regen von der Minute 0 an sogleich begonnen hat; an der rechten Seite, wenn er bis ans Ende der betreffenden Stunde gewährt hat. In der Mitte dagegen steht die Angabe für die Daner, wenn es entweder die ganze Stunde geregnet hat — 60 — oder wenn der Regen nach dem Beginn der Stunde angefangen und vor dem Schluß der Stunde geendet hat.

Außer diesen Einzelwerten für die Menge und die Dauer des während jeder einzelnen Stunde gefallenen Regens findet man — in denselben Einheiten ausgedrückt — am Fuße jeder Seite die Summen zusammengestellt, die sich für jede Stunde über alle Tage des Monats erstrecken. Teilt man diese Werte durch die Anzahl der Tage des betreffenden Monats, so ergeben sich die monatlichen Stundenmittel, die auf einer besonderen Tabelle zusammengestellt sind.

Ferner sind aus einer besonderen Zusammenstellung die Tagessummen ersichtlich, wie sie sich für jeden einzelnen Tag von Mitternacht bis Mitternacht durch Summierung der 24 Stundenwerte ergeben.

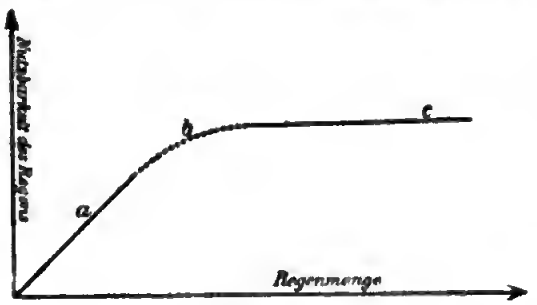
Aus ferneren besonderen Zusammenstellungen ersieht man die Monatssummen, sowie die hieraus abgeleiteten Tagesmittel. Auch bei diesen beiden Zusammenstellungen ist sowohl die Regenmenge als auch die Zeitdauer berücksichtigt, während welcher es geregnet hat. Teilt man die Regenmenge jedes Monats durch die gesamte Zeitdaner seiner Regenfälle, so erhält man Ziffern, die die in einer Minute gefallene Durchschnittsmenge in Millimetern angeben. Man kann diese Ziffern als Regendichte bezeichnen.

Um ein anschaulicheres Bild von den gemessenen Regenfällen zu erhalten, scheint es zweckmäßig zu sein, die gemessenen Stundenmengen stufenweise zusammen zu fassen. Als die drei niedrigsten Stufen ergeben sich von selbst völlig regenlose Zeiten, Zeiten mit ganz schwachem Regen, der weniger als die Hälfte der zu berücksichtigenden Mindesteinheit, des Zehntel Millimeters, beträgt, und drittens Regenmengen von 0.1 Millimeter. Da aber Regenfälle von 0.1 mm nach Dr. Linke's Dafürhalten praktisch ohne Bedeutung sind, wurden sie mit zur Stufe 0 gerechnet. Es empfiehlt sich die steigenden Mittel- und Grenzwerte der ferneren Stufen logarithmisch wachsen zu lassen und an das bestehende Dezimalsystem anzuschließen.

Digitized by Google

Zu diesem logarithmischen Maßstabe für die Regenmengen führt auch der folgende praktische Gesichtspunkt:

Will man die Wirkung des Niederschlags auf die Vegetation, seinen Nutzen für Landwirtschaft und Plantagenbau untersuchen, so ist nicht die Regenmenge, welche an einem Tage gefallen ist, das richtige Argument, da der Wert des Niederschlags nicht durchweg linear mit der gefallenen Regenmenge steigt. Der Boden kann nur kleinere Wassermengen vollständig aufsaugen, sodaß nur zuerst eine lineare Abhängigkeit vorhanden sein wird (a). Kommen hingegen gewaltige Wassermengen herab, so fließen sie nutzlos wieder ab (c). Zwischen diesen Anfangs- und Endphasen gibt es einen Übergangszustand (b).



Figur 9.

Aus Figur 9 ist ersichtlich, daß sich der Verlauf in erster Annäherung durch eine logarithmische Kurve darstellen läßt. Und hierin liegt die praktische Bedeutung unseres Vorschlages. Über die Schwellenwerte könnte man streiten, es liegt auf der Hand, daß das Gefälle des Geländes, Vegetation und Aufnahmefähigkeit des Bodens eine große Rolle spielen. Es wäre gerade für tropische Plantagen von hohem Interesse, dieser Frage näher zu treten. Da das Verhältnis zweier auf einander folgender Stufengrenzen passender Weise etwa 3 bis 4 beträgt, so bietet sich dafür aber von selbst die Zahl dar, deren Logarithmus $= {}^1/_2$ ist. Die Grenzwerte selbst werden dann zweckmäßiger Weise die Zahlen, deren Logarithmen $= {}^1/_4, {}^3/_4, {}^5/_4, {}^7/_4, {}^9/_4$ usw. sind, also 1.7783 und 5.6234 usw. und das zehnfache, hundertfache und tausendfache und die entsprechenden dezimalen Teile dieser beiden Zahlen. Irrationale Zahlen empfehlen sich als Grenzwerte, weil dann nie ein Zweifel darüber entstehen kann, zu welcher Stufe irgend eine rationale Messungsgröße zu rechnen sein wird. Auf Grund dieser Erwägungen ergeben sich die Regenstufen in folgender Weise:

Regenstufe:			Regenmenge:								
— . .	kein Regen										
0 . .	Regen	von	0.1	mm	und	weniger,	also	von	rund	10^{-1}	mm
1 . .	„	„	0.2	„	bis	0.5 mm	„	„	„	$10^{-1/2}$	„
2 . .	„	„	0.6	„	„	1.7 „	„	„	„	10^{0}	„
3 . .	„	„	1.8	„	„	5.6 „	„	„	„	$10^{1/2}$	„
4 . .	„	„	5.7	„	„	17.7 „	„	„	„	10^{1}	„
5 . .	„	„	17.8	„	„	56.2 „	„	„	„	$10^{1\frac{1}{2}}$	„
6 . .	„	„	56.3	„	„	177.8 „	„	„	„	10^{2}	„
7 . .	„	„	177.9	„	„	562.3 „	„	„	„	$10^{2\frac{1}{2}}$	„

u. s. f.

Digitized by Google

Durch Einführung dieser Stufenwerte vermindert man allerdings die Feinheit der Messungen nicht unerheblich; andererseits aber kann man mit ihrer Hülfe die tatsächlich vorkommenden Regenmengen einer Stunde, eines Tages, ja selbst eines Monats durch eine einzige Ziffer ausdrücken, während in der gewöhnlichen Weise oft 3, 4, oder gar 5 Ziffern dazu erforderlich wären. Die Übersichtlichkeit der Darstellung wird hierdurch in außerordentlichem Maße vermehrt.

C. Ergebnisse der Registrierung des Niederschlags.

Für die Menge des Niederschlags in den ganzen Samoa-Inseln ist wie überall die allgemeine Wetterlage maßgebend (Depressionen und Sonnenstand). Die Verteilung jedoch über die einzelnen Bezirke richtet sich nach der beim Regenfall herrschenden Windrichtung. Die Monate mit hohem Sonnenstande sind bedeutend regenreicher als die Wintermonate. Jedoch zeigt sich ein Nachhinken derart, daß sich die Regenzeit über die Monate von November bis April ein-

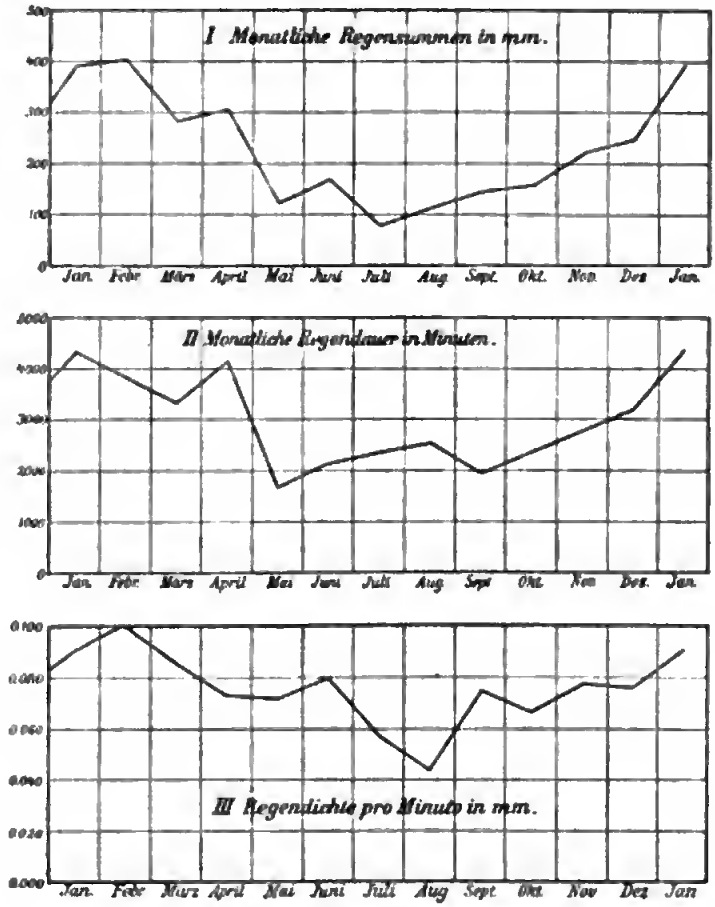


Fig. 10. Jährliche Periode des Niederschlags.

Monatssummen der Regenmenge in Millimetern.

	Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr	Passat-Zeit	Regen-Zeit	Jährliche Ungleichheit
1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	200.4	90.6	—	—	—	—
1903	376.5	708.8	160.1	371.8	124.1	258.3	74.4	95.2	183.2	324.9	230.6	281.5	3189.4	1060.1	2129.3	2.1
1904	679.2	638.5	274.3	500.6	176.7	119.1	107.3	103.5	208.1	149.9	166.1	258.7	3382.0	864.6	2517.4	2.9
1905	375.1	135.5	224.2	206.0	9.8	146.0	57.4	128.4	96.2	53.8	166.2	166.4	1765.0	491.6	1273.4	2.6
1906	138.6	135.2	475.6	136.2	175.2	155.2	75.3	115.2	89.2	97.7	306.0	273.8	2173.2	707.8	1465.4	.2.1
Mittel 1903—1906	392.4	404.5	283.6	303.6	121.4	169.6	78.6	110.6	144.2	156.6	217.2	245.1	2627.4	781.0	1846.4	2.36
Mittl. Tagessummen	12.7	13.8	9.2	10.1	3.9	5.6	2.5	3.6	4.8	5.0	7.2	7.9	7.20	4.25	10.19	—

Monatssummen der Regendauer in Minuten.

	Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr	Passat-Zeit	Regen-Zeit	Jährliche Ungleichheit
1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2095	1746	—	—	—	—
1903	5386	5187	2720	4844	1959	2945	1150	1562	1660	3765	3341	3304	37923	13041	24882	1.9
1904	5906	6327	3288	5910	1836	1104	1701	3324	2785	2038	1614	3489	39322	12788	26534	2.1
1905	3845	1755	2880	3935	650	1995	740	2090	1520	1450	2460	2535	25855	8445	17410	2.1
1906	2110	2120	4335	1890	2300	2375	1750	3125	1885	2100	4305	4815	33110	13535	19575	1.4
Mittel 1903—1906	4312	3847	3306	4145	1686	2105	1335	2525	1963	2338	2783	3178	34052	11952	22100	1.85
Mittl. Tagessummen	139	136	107	138	54	70	43	81	65	75	93	103	93	65	122	—

Regendichte (Millimeter pro Minute) (Quotient aus den beiden vorhergehenden Tabellen).

	Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr	Passat-Zeit	Regen-Zeit	Jährliche Ungleichheit
1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.10	.05	—	—	—	—
1903	.07	.14	.06	.08	.06	.09	.06	.06	.11	.09	.07	.09	.082	.078	.085	1.1
1904	.11	.10	.08	.08	.10	.11	.06	.03	.07	0.7	.10	.07	.082	.073	.090	1.2
1905	.10	.08	.08	.05	.02	.07	.08	.06	.06	.04	.07	.07	.065	.055	.075	1.4
1906	.07	.06	.11	.07	.08	.07	.04	.04	.05	.05	.07	.06	.064	.055	.073	1.3
Mittel 1903—1906	.091	.101	.086	.073	.072	.080	.058	.044	.074	.067	.078	.077	.077	.065	.084	1.29

schließlich erstreckt, die Trockenzeit — wegen des vorherrschenden Passat-Windes auch Passatzeit genannt — von Mai bis Oktober, wie die vorstehende Tabelle über die Verteilung der Niederschläge, sowie Fig. 10 (S. 30) lehrt.

Der schroffe Unterschied in der Regenmenge zwischen April und Mai und andererseits zwischen Oktober und November zeigt, daß der Wechsel der Jahreszeit ziemlich plötzlich eintritt und genau mit dem Monatswechsel zusammenfällt. Eine weitere Einteilung der Jahreszeiten findet in den meteorologischen Verhältnissen keine Begründung.

Der Unterschied der Regenverhältnisse in der Regenzeit und Passatzeit tritt auf der Nordseite der Inseln besonders stark auf, weil sie in der Trockenzeit wegen des Vorherrschens der südöstlichen Winde Lee-Seite, in der Regenzeit Luv-Seite ist; auf der Südseite wird hingegen der jahreszeitliche Unterschied der Regenmenge fast verwischt. Der Quotient der in der Regenzeit und in der Passatzeit beobachteten Werte ist mit „Jährliche Ungleichheit" bezeichnet.

Das diene nur zur Orientierung. Es kann nicht Aufgabe dieses Berichtes sein, die jährliche Verteilung des Niederschlags zu behandeln, weil er sich nur auf etwas mehr als 4 Jahre stützt, während von den Beobachtungen des Herrn Dr. Funk in Apia 16-jährige Mittel vorliegen. Eine ausführliche Bearbeitung des Klimas der Samoa-Inseln ist in Aussicht genommen.

Es handelt sich zunächst darum zu untersuchen, welche klimatischen Besonderheiten der Regenfall in Apia aufweist und welche Schlüsse man — gemäß den hier abzuleitenden Gesetzmäßigkeiten — aus anderen Beobachtungen aus den Inselgebieten ziehen kann, denen keine Registrierungen zu Grunde liegen.

Zu dem Zwecke ist für jeden Regenfall auch die Dauer in Minuten abgelesen, ferner die Anzahl der Regenstunden und der einzelnen Regenfälle pro Tag abgezählt. Bei letzterer Abzählung ist die Zahl der Regenfälle von mehr als einer Stunde Dauer besonders notiert worden.

Es hat sich dabei verschiedentlich herausgestellt, daß die vorhandenen Beobachtungen (50 Monate) noch nicht zur Gewinnung eines abgerundeten Bildes genügen. Einzelne extreme Fälle haben noch zu großen Einfluß auf die Mittelwerte. Wenn sich auch einige wertvolle Ergebnisse schon jetzt zeigen, muß es doch zukünftigen Bearbeitern noch überlassen bleiben, auf Grund vermehrten Materials endgültige Schlüsse abzuleiten.

Die gewöhnlichen Beobachtungen der Stationen geben den Meteorologen nur die Menge des gefallenen Regens und die Anzahl der Regentage an. In besonders günstigen Fällen ist eine Abzählung der Regentage nach bestimmten Schwellenwerten vorgenommen. Es ist für die Praxis wie für theoretische Untersuchungen natürlich nicht gleichgültig, ob die ganze monatliche Regensumme in wenigen Tagen heruntergeströmt ist, oder sich gleichmäßig auf den ganzen Monat verteilt.

Wie oben auseinandergesetzt ist, schlagen wir eine Einteilung der Schwellenwerte mit logarithmischer Vergrößerung vor, einerseits weil die bisher be-

Digitized by Google

Häufigkeit des Vorkommens der einzelnen täglichen Regenstufen in den verschiedenen Monaten.
Mittel von 1902—1906.

Stufe		Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr	Passat Zeit	Regen Zeit	
kein Regen	—	8.2	8.0	11.1	7.8	16.8	15.2	17.8	14.0	14.5	13.5	10.2	10.6	12.3	15.3	9.3	
(0.0–0.1mm)	0	1.2	2.0	1.0	1.2	1.7	1.2	1.0	0.7	1.8	1.0	1.2	2.4	1.4	1.3	1.5	
(0.2–0.5)	1	1.5	1.2	1.5	2.2	2.0	1.8	1.5	3.5	3.5	3.2	2.0	1.0	2.2	2.6	1.7	
(0.6–1.7)	2	2.5	3.2	3.8	3.2	3.0	1.8	2.8	3.5	3.2	3.8	2.4	3.2	3.0	3.0	3.0	
(1.8–5.6)	3	4.0	2.0	3.2	3.5	1.8	3.2	4.0	4.2	1.8	2.2	4.4	5.2	3.3	2.9	3.7	
(5.7–17.7)	4	7.0	6.0	4.5	5.5	4.0	3.5	3.0	3.0	2.8	5.0	6.0	4.4	4.6	3.6	5.6	
(17.8–56.2)	5	5.0	4.0	5.0	5.8	1.5	2.5	1.0	2.0	1.8	1.2	3.2	3.8	3.1	1.7	4.5	
(56.3–177.8)	6	1.2	1.5	0.8	0.8	0.2	0.8	0.0	0.0	0.8	1.0	0.6	0.4	0.8	0.6	0.9	
(177.9–562.3)	7	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	

Mittlere tägliche Regenstufe (als Maß der Nutzbarkeit des Niederschlages).

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr	Passat Zeit	Regen Zeit	Jährliche Ungleichheit
1902 . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.07	*1.19*	—	—	—	—
1903 . . .	2.65	2.64	1.55	2.63	*1.35*	1.87	*1.03*	*1.45*	*1.40*	2.22	2.50	2.26	1.96	1.55	2.37	1.53
1904 . . .	**3.33**	**3.38**	2.42	**3.30**	1.58	*1.37*	*1.35*	1.58	1.67	1.45	1.93	2.78	2.18	1.50	2.86	1.91
1905 . . .	2.65	1.93	1.87	1.83	*0.36*	*1.13*	*0.74*	*1.19*	*1.03*	*1.16*	1.67	1.61	1.43	*0.93*	1.92	2.06
1906 . . .	1.81	1.68	2.71	2.17	1.65	2.03	1.52	1.61	*1.02*	1.58	2.50	2.48	1.90	1.57	2.22	1.41
Mittel . . .	2.58	2.41	2.14	2.40	*1.23*	1.54	*1.16*	*1.45*	*1.34*	1.59	2.12	2.00	1.87	*1.43*	2.32	1.62

Die feuchten Monate sind fett, die trockenen kursiv gedruckt.

nntzten Stufen entweder nicht für alle Gegenden passen, oder einer zn großen Willkür unterlagen. Als Nebenzweck kommt hinzu, daß diese Abgrenzung der Stufen ungefähr der Nntzbarkeit des Regens für Pflanzungen linear proportional ist, sodaß das Mittel der Regenstnfen ein besseres Maß für die praktische Beurteilung ist, als die Regenmenge, oder die Regendaner oder eine andere Angabe, welche sich durch eine einzige Zahl ausdrücken läßt.

Die obere Tabelle S. 33 gibt eine Übersicht über 50 Monate. Die Regentage verteilen sich übersichtlich und gleichmäßig auf die ersten 5 Regenstnfen; bei der Stufe 4 (5.7 bis 17.7 mm) bilden sie ein relatives Maximnm. Es ist dieses die Stufe, in welcher eine mittlere tägliche Regenmenge von rund 10 mm fällt. Tägliche Regenmengen von mehr als 56.2 (Stufen 6 und 7) kann man als schädlich bezeichnen. Sie nützen nur insofern, als sie Seeen, Teiche und Bäche füllen und so einen Wasservorrat schaffen. Ihr Auftreten ist in Samoa selten, dnrchschnittlich etwa einen Tag im Monat. Und doch sind sie es gerade, welche die Regensnmme stark vergrößern. Die vorgeschlagene Ahzählnng dürfte sie auf den richtigen Wert herabdrücken.

In der unteren Tabelle auf S. 33 ist die mittlere tägliche Regenstufe des betreffenden Monats berechnet worden. Regenmengen von 0.1 mm und weniger bekommen das Gewicht 0, denen von 10 mm wird das doppelte Gewicht beigelegt wie denen von 1 mm. Es muß angenommen werden, daß dabei doch schon viel abfließen kann.

Als mittlerer Wert für die betrachtete Zeit ergibt sich 1.87. Da aber die mittlere Regenmenge nach den langjährigen Beobachtungen des Herrn Dr. Funk die für 1902—1906 etwas übertrifft, dürfte etwa 2.0 für Apia und Umgegend die richtige mittlere tägliche Regenstufe sein.

Ans dieser Definition der „Nutzbarkeit des Regens" ergibt sich auch zwanglos eine Definition der trocknen und fenchten Monate, Jahreszeiten und Jahre nnter Berücksichtigung der lokalen Verhältnisse. In der Umgebung von Apia wurde die Passatzeit 1905 als viel zu trocken empfunden, während man mit dem Niederschlage im Jahre 1906 im allgemeinen zufrieden war. Als Grenze bietet sich daher 1.50 nach der trocknen nnd 2.50 nach der feuchten Richtung hin dar. Die Monate mit einer mittleren täglichen Regenstufe unter 1.00 müssen als sehr trocken, die über 3.00 als sehr fenecht bezeichnet werden. In der unteren Tabelle auf S. 33 sind nach diesen Definitionen die trockenen (sehr trockenen) und fenchten (sehr feuchten) Monate nnd Jahreszeiten durch den Drnck unterschieden worden.

Eine Probe, ob dieser Vorschlag, einen zahlenmäßigen Ausdruck für den landwirtschaftlichen Nntzen des Regens auf schematischer Grundlage zn gewinnen, eine Verbesserung gegen das Urteil ist, welches man auf Grund der Regenmenge bekommt, bildet eine Betrachtung des jahreszeitlichen Verhältnisses des Regens, Qnotienten aus Regenzeit durch Passatzeit.

Dieses — „jährliche Ungleichheit" genannte — Verhältnis beträgt bei der Regenmenge im Mittel 2.36. Man kann aber nicht sagen, daß die Regenzeit

Anzahl der Regentage.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr	Passat-Zeit	Regen-Zeit
1902 . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19	14	—	—	—
1903 . . .	23	21	16	20	15	17	13	17	17	20	23	20	222	99	123
1904 . . .	28	27	20	27	19	12	13	18	21	16	22	24	247	99	148
1905 . . .	22	15	19	19	7	11	10	13	10	14	14	19	173	65	108
1906 . . .	18	18	24	23	16	19	17	20	14	20	21	25	235	106	129
Mittel . . .	22.8	20.2	19.8	22.2	14.2	14.8	13.2	17.0	15.5	17.5	19.8	20.4	219.2	92.2	127
Regenstunden pro Regentag	6.4	6.1	5.5	6.0	5.0	5.7	4.4	5.8	4.6	4.3	5.2	5.6	5.41	5.06	5.75

Anzahl der Regenstunden.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr	Passat-Zeit	Regen-Zeit
1902 . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	95	65	—	—	—
1903 . . .	165	159	99	147	88	112	57	85	78	136	120	127	1372	556	816
1904 . . .	202	200	120	199	83	56	65	122	93	65	84	151	1438	482	956
1905 . . .	140	60	89	107	37	80	34	69	44	41	82	84	867	305	562
1906 . . .	79	75	128	84	76	92	73	115	66	61	132	137	1118	483	635
Mittel . . .	146	124	109	134	71	85	58	98	70	76	102	115	1187	456	730
Mittl. Regendauer während ein. Regenstunde in Minuten	30	31	30	31	24	25	23	26	28	31	27	28	28.6	26.2	30.3

mehr als doppelt so fruchtbar sei als die Passatzeit; dasselbe Verhältnis für die Regendauer ist bestimmt richtiger, 1.85.

Aus den Berechnungen der mittleren täglichen Regenstufe folgt der Quotient 1.62, weil die starken, mehr schädlichen als nützlichen Platzregen weniger ins Gewicht fallen. Fast denselben Quotienten erhält man aus den Regenstunden, 1.60, und auch der der Regenfälle (1.53) weicht nicht viel davon ab. Dahingegen gibt das Verhältnis der Regentage (1.35) offenbar den Unterschied schon zu gering an.

Diese ganzen Untersuchungen sind aber noch nicht abgeschlossen. Sie bilden nur die erste Formulierung der Idee, allen Klimaten den Nutzen des Niederschlags durch eine einzige aus den gewöhnlichen Beobachtungen zu berechnende Zahl darzustellen. Wir glauben aus diesen Ergebnissen ersehen zu haben, daß der Weg für die Tropen gangbar ist. Doch müssen spätere Arbeiten zeigen, welche Änderungen davon etwa noch vorzunehmen sind, besonders bezüglich der Schwellenwerte.

Die Dauer des Regens wird auf den Stationen nur durch die Anzahl der Regentage wiedergegeben. Eine genauere Beobachtung — etwa stundenweise — läßt sich sehr selten ermöglichen. Deshalb scheint es uns wichtig, die mittlere Anzahl der Regenstunden anzugeben, welche in Apia auf einen Regentag kommen. Diese Zusammenstellung der Regentage und der Regenstunden findet man auf der vorhergehenden Seite.

Zum Vergleich sollen einige Zahlen aus Deutschland angeführt werden. Für Göttingen ergeben sich 4.5 Regenstunden pro Regentag, für Südwest-Deutschland gar 5.8.

Die Anzahl Regenstunden, welche auf einen Regentag entfallen, ist in Apia einer jährlichen Periode unterworfen, welche eine geringe Abhängigkeit von der Regenmenge aufweist. Dasselbe finden wir bei Berechnung der Anzahl von Minuten, in welchen es während einer Regenstunde wirklich geregnet hat. Sie schwankt zwischen 23 und 31. Der Reduktionsfaktor, mit welchem die Anzahl der Regenstunden zu multiplizieren ist, wenn man die wirkliche Regendauer in Stunden erhalten will, ist in Apia danach

für das Jahr . . . 0.477;
für die Passatzeit . 0.436,
für die Regenzeit . 0.505.

Die Werte sind kleiner als die in Deutschland gefundenen. Für Potsdam ergab sich 0.502, in Basel 0.63, in Triest 0.66 (Hann's Lehrbuch). Hann bezeichnete es als wünschenswert, auch für tropische Stationen diesen Reduktionskoeffizienten abzuleiten.

Der Grund für die kleineren Werte in Samoa ergibt sich aus der Tabelle S. 37.

Es ist hier außer der mittleren Anzahl der Regenfälle die mittlere Dauer eines einzelnen Regenfalls berechnet. Im Jahresmittel ergibt sich nur 36.5 Minuten. In Deutschland findet man oft Werte von mehr als einer Stunde.

Digitized by Google

Anzahl der Regenfälle.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr	Passat-Zeit	Regen-Zeit
1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	78	49	—	—	—
1903	113	117	82	117	70	103	45	75	73	116	102	113	1126	482	644
1904	174	146	94	168	75	49	51	106	74	52	68	125	1182	407	775
1905	127	46	54	59	34	69	24	43	28	26	56	57	623	224	399
1906	55	54	89	72	60	71	59	88	47	39	79	93	806	364	442
Mittel	117.2	90.8	79.8	104.0	59.8	73.0	44.8	78.0	55.5	58.2	76.2	97.0	934.2	369.2	565.0
Mittlere Dauer eines Regenfalls in Minuten	37	42	41	40	28	29	30	32	35	40	37	33	36.5 (1903 1904 1905 1906: 33.7 33.2 41.5 41.0)	32.4	39.2
Mittlere Ergiebigkeit eines Regenfalls in mm	3.3	4.5	3.6	2.9	2.0	2.3	1.8	1.4	2.6	2.7	2.9	2.5	2.82 (1903 1904 1905 1906: 2.83 3.87 2.84 2.70)	2.12	3.27

Anzahl der Regenfälle von mehr als einstündiger Dauer.

1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	9	—	—	—
1903	23	20	8	24	7	17	7	5	5	19	11	11	157	60	97
1904	21	27	26	23	2	3	11	14	12	5	5	12	161	47	114
1905	10	10	16	16	2	7	4	10	6	8	15	11	115	37	78
1906	14	13	29	8	13	8	7	15	9	9	22	28	177	61	114
Mittel	17.4	17.5	19.8	17.8	6.0	8.8	7.2	11.0	8.0	10.2	12.2	14.2	152.5	51.2	100.8
%	14	19	25	17	10	12	16	14	14	18	16	15	16.3	13.9	18.2

Digitized by Google

Der Regen fällt in Apia fast ausnahmlos in kurzen Böen. Lange Regengüsse sind selten und bestehen auch dann meist aus mehreren Böen, welche einander schnell folgen. Nur 16.3 % aller Regenfälle dauern länger als eine Stunde. Auch darin überwiegt die Regenzeit, wie auch die mittlere Dauer eines Regenfalls in der Regenzeit größer ist (39.2 Minuten).

Aus der kurzen Dauer des einzelnen Regenfalls erklärt sich dann die geringe auf eine Regenstunde entfallende mittlere Regendauer in Minuten und die geringe Anzahl der Regenstunden an einem Regentage.

Zuletzt bringen wir (auf S. 39) eine Zusammenstellung, welche die Regenverhältnisse in Apia übersichtlich darstellen soll.

Außer den behandelten oder leicht zu übersehenden Größen ist hier die Regenwahrscheinlichkeit und die Regendichte berechnet worden.

Man unterscheidet oft Regenwahrscheinlichkeit pro Tag und pro Stunde. Letztere wird dann oft mit absoluter Regenwahrscheinlichkeit bezeichnet. In der Tabelle ist außerdem noch die Regenwahrscheinlichkeit einer Minute berechnet worden, um zu zeigen, wieviel kleiner der Quotient noch wird, je kleiner man die Intervalle nimmt. Eigentlich sollte man deshalb den Ausdruck „absolute Regenwahrscheinlichkeit“ für die Minute aufsparen, welche praktisch die Genauigkeitsgrenze der Beobachtung bildet.

Zum Vergleich seien die Zahlen für Berlin hier genannt: Als Regenwahrscheinlichkeit für den Tag ergab sich 0.45, für die Stunde 0.094.

Die monatlichen Werte der Regendichte, d. h. Regenmenge berechnet für Tag, Stunde oder Minute, zeigen alle den jährlichen Gang: In der trockenen Passatzeit sind nicht nur die Regenfälle seltener und kürzer, sondern es fällt auch in der gleichen Regendauer weniger Niederschlag. Immerhin ist die jährliche Ungleichheit der Regendichte im Verhältnis zu andern Tropengegenden sehr gering.

Von Wichtigkeit ist es auch hier aus der Regendichte pro Regentag auf die Regendichte pro Regenstunde schließen zu können. In Berlin ist die erste 3.6, die letzte 0.52; das Verhältnis ist 6.9 : 1, während es in Samoa im Mittel 5.5 : 1 ist, aber variiert zwischen 4.3 : 1 und 6.6 : 1 in den verschiedenen Monaten.

Die tägliche Periode des Niederschlags.

Bei der Betrachtung der täglichen Periode stören die Unregelmäßigkeiten im Verlauf, welche durch die Kürze der Beobachtungsdauer hervorgerufen werden, noch mehr als es bei der Untersuchung des jährlichen Ganges der Fall ist.

Die große Regelmäßigkeit der Witterung in Samoa, welche uns in den Stand setzt, für alle anderen meteorologischen Elemente aus vierjährigen Beobachtungen brauchbare Mittelwerte abzuleiten, kommt beim Niederschlag nicht zum Ausdruck. Es ist bekannt, daß für Niederschlagsmittel stets die Resultate einer größeren Anzahl von Jahren zur Berechnung vorliegen müssen, als für Temperatur, Wind und anderes.

Digitized by Google

Zusammenstellung (Mittel aus 1903 bis 1906).

Monat	Regenmenge in mm	Anzahl d. Regentage	Anzahl d. Regenstunden	Dauer d. Regens in Minuten	Regenwahrscheinlichkeit pro Tag	pro Stunde	pro Minute	Regendichte. Regenmenge pro Regentag	pro Regenstd.	pro Reg.-Min.	Regendauer pro Regenstunde in Minuten	Mittlere Dauer eines Regenfalls in Min.	Mittlere Ergiebigkeit eines Regenfalls in mm	Mittlere Regenmenge pro Tag in mm
Januar	392	22.8	146	4312	0.74	0.20	.097	17.8	2.7	0.091	30	37	3.3	12.7
Februar	404	20.2	123	3847	0.74	0.18	.104	20.0	3.3	.101	31	42	4.5	13.8
März	284	19.8	109	3306	0.64	0.15	.074	14.3	2.6	.086	30	41	3.6	9.2
April	304	22.2	134	4145	0.74	0.19	.096	13.7	2.3	.073	31	40	2.9	10.1
Mai	121	14.2	71	1686	0.46	0.10	.038	8.5	1.7	.072	24	28	2.0	3.9
Juni	170	14.8	84	2105	0.49	0.12	.049	11.5	2.0	.080	25	29	2.3	5.6
Juli	79	13.2	58	1335	0.43	0.08	.030	6.0	1.4	.058	23	30	1.8	2.5
August	111	17.0	98	2525	0.55	0.13	.057	6.5	1.1	.044	26	32	1.4	3.6
September	144	15.5	70	1963	0.57	0.10	.045	9.3	2.1	.074	28	35	2.6	4.8
Oktober	157	17.5	76	2338	0.56	0.10	.053	9.0	2.1	.067	31	40	2.7	5.0
November	217	19.8	102	2783	0.66	0.15	.068	11.0	2.1	.078	27	37	2.9	7.2
Dezember	245	20.4	115	3178	0.66	0.15	.079	12.0	2.1	.077	28	33	2.5	7.9
Jahr	2627	219.2	1187	34052	0.600	0.136	.065	12.0	2.22	.077	28.6	36.5	2.82	7.20
Passatzeit	781	92.2	456	11952	0.499	0.103	.045	8.5	1.71	.065	26.2	32.4	2.12	4.25
Regenzeit	1846	127.0	730	22100	0.701	0.168	.085	14.5	2.53	.084	30.3	39.2	3.27	10.19
Jährliche Ungleichheit	2.36	1.38	1.58	1.85	1.41	1.63	1.89	1.73	1.49	1.29	1.14	1.21	1.53	2.40

Tägliche Periode des Niederschlags.

1) Niederschlagsmenge in Hundertstel mm

	Vormittag												Nachmittag											
	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12
Januar . .	62	42	94	110	65	72	62	50	71	44	43	28	48	35	84	40	45	60	34	16	30	51	40	40
Februar .	46	55	116	82	76	84	76	52	25	37	42	47	41	56	66	65	74	48	72	41	56	31	68	67
März . .	59	22	35	41	57	44	78	59	36	18	12	8	24	21	28	22	52	46	63	54	32	42	42	20
April . .	49	29	19	62	46	24	20	23	22	27	20	40	62	40	41	36	103	78	27	61	54	36	22	74
Mai . . .	30	9	6	5	10	12	9	16	24	37	23	22	4	20	23	16	17	10	16	6	18	29	8	23
Juni . . .	39	46	20	5	6	24	13	20	17	14	7	10	15	32	38	56	36	44	33	18	10	26	26	12
Juli . . .	0	10	2	4	6	6	10	1	9	8	6	5	19	11	28	12	14	25	8	18	21	14	12	2
August . .	4	13	19	20	13	11	7	14	14	12	20	16	11	16	22	15	5	46	22	14	13	17	6	6
September.	18	31	14	8	22	15	11	20	15	39	24	21	7	9	27	36	30	23	11	24	20	25	11	19
Oktober .	44	25	11	10	10	11	7	20	14	10	15	50	19	13	20	36	18	15	33	30	21	27	23	22
November.	28	22	24	41	18	16	26	13	27	37	22	31	38	39	76	34	34	37	31	20	19	31	25	22
Dezember .	12	12	23	24	33	29	23	41	36	30	28	39	37	22	26	20	18	28	26	21	41	40	54	28
Jahr. . .	32.6	26.3	31.8	34.3	30.3	29.0	28.5	27.4	25.8	26.1	21.8	26.4	27.1	26.2	39.9	32.3	37.2	38.3	31.4	26.9	27.9	30.8	28.1	27.9
Passatzeit.	22.5	22.3	12.0	8.7	11.2	13.2	9.5	15.2	15.5	20.0	15.8	20.7	12.5	16.8	26.3	28.5	20.0	27.2	20.5	18.3	17.2	23.0	14.3	14.0
Regenzeit .	42.7	30.3	51.7	60.0	49.2	44.8	47.5	39.7	36.2	32.2	27.8	32.2	41.7	35.5	53.5	36.2	54.3	49.5	42.2	35.5	38.7	38.5	41.8	41.8
Febr. bis April	51	35	57	62	60	51	58	45	28	27	25	32	42	39	45	41	76	57	54	52	47	36	44	54
Mai bis Juli	23	22	9	5	7	14	11	12	17	20	12	12	13	21	30	28	22	26	19	14	16	23	15	12
Aug. bis Okt.	22	23	15	13	15	12	8	18	14	20	20	29	12	13	23	29	18	28	22	23	18	23	13	16
Nov. bis Jan.	34	25	47	58	39	39	37	35	45	37	31	33	41	32	62	31	32	42	30	19	30	41	40	30

Tägliche Periode des Niederschlags.

2) Niederschlagsdauer in Minuten.

	Vormittag												Nachmittag											
	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12
Januar.	5.5	4.1	5.4	7.2	7.8	6.7	6.8	6.4	7.3	6.6	5.6	4.8	5.7	6.0	6.7	6.0	6.5	5.1	5.0	4.3	4.3	5.1	5.0	5.6
Februar	6.1	6.9	6.7	6.6	6.6	7.5	6.4	5.8	4.4	3.1	4.9	4.8	4.1	6.0	5.9	7.4	7.1	5.6	5.4	4.5	4.3	5.0	5.2	5.0
März .	3.8	4.4	4.7	5.4	5.7	6.6	5.6	5.5	5.0	3.8	3.4	2.4	2.0	2.6	3.3	3.2	5.5	5.4	5.0	5.6	5.4	4.4	5.2	2.8
April .	6.1	5.5	5.3	6.2	5.7	6.2	5.2	6.0	5.0	5.3	5.2	5.5	6.0	5.2	5.5	6.0	7.2	7.3	7.4	6.0	6.5	3.6	4.2	6.1
Mai . .	5.2	3.6	2.0	1.2	1.9	1.7	1.5	2.6	2.0	2.6	2.2	2.2	1 2	1.8	2.3	1.8	2.6	1.6	2.1	1.5	1.6	2.9	2.5	4.1
Juni .	3.7	2 9	3.4	1.9	3.4	2.8	2.4	2.1	3.5	3.1	1.5	2.6	1.8	3.0	2.6	4.2	3.3	3.4	5.2	3.0	1.9	1.9	3.2	3.6
Juli . .	0.0	0.6	0.7	1.1	1.6	1.4	2.0	1.5	2.2	2.4	2.0	1.7	1.8	2.5	3.9	3.1	3.2	2.0	1.7	1.5	1.6	2.6	1.4	0.7
August	2.3	3.2	4.3	4.3	3.1	4.2	3.4	3.6	4.1	3.6	3.0	3.6	3.8	3.6	2.8	3.9	4.1	2.9	3.9	2.9	3.0	3.0	2.5	2.3
Septb. .	3.2	3.8	4.2	3.5	3.6	3.5	2.3	1.6	1.2	3.0	3.0	3.1	2.6	2.8	2.9	3.2	2.6	2.8	1.8	1.7	1.7	1.8	2.6	3.0
Oktob. .	5.0	4.6	4.0	3.4	2.7	3.2	3.0	3.0	2.8	1.8	2.2	2.4	2.3	2.4	4.0	3.4	3.9	3.6	3.5	3.6	1.9	1.9	2.0	3.4
Nov. .	3.5	2.9	3.4	4.2	3.6	3.0	2.8	2.8	3.8	4.4	3.1	3.0	4.4	5.2	5.9	4.7	4.3	4.1	4.1	3.8	2.7	3.9	5.0	4.0
Dez. .	2.8	2.7	3.3	4.4	3.9	5.1	4.0	3.4	2.9	4.0	4.6	4.8	4.3	5.0	5.5	5.4	4.7	5.9	5.3	5.0	4.3	4.0	3 4	3.7
Jahr .	3.93	3.77	3.95	4.12	4.13	4.32	3.78	3.69	3.68	3.64	3.38	3.41	3.33	3.84	4.28	4.36	4.58	4.14	4.20	3.62	3.26	3.34	3.52	3.69
Passatz.	3.23	3.12	3.10	2.57	2.72	2.80	2.43	2.40	2.63	2.75	2.32	2.60	2.25	2.68	3.08	3.27	3.28	2.72	3.03	2.37	1.95	2.35	2.37	2.85
Regenz.	4.63	4.42	4.80	5.67	5.55	5.85	5.13	4.98	4.73	4.53	4.47	4.22	4.42	5.00	5.47	5.45	5.88	5.57	5.37	4.87	4.58	4.33	4.67	4.53

3) Niederschlagsdichte in mm pro Minute (Berechnet aus Tabelle 1 und 2).

Jahr .	.080	.070	.074	.070	.065	.062	.066	.072	.068	.072	.065	.078	.075	.067	.092	.076	.076	.094	.074	.076	.086	.094	.075	.070
Passatz.	.069	.071	.039	.034	.041	.047	.039	.063	.059	.073	.068	.080	.056	.063	.085	.087	.061	.100	.068	.077	.088	.098	.060	.049
Regenz.	.092	.069	.108	.106	.089	.077	.093	.080	.077	.071	.062	.076	.094	.071	.098	.066	.092	.089	.079	.073	.084	.089	.090	.092

In den vorhergehenden Tabellen treten daher eine Reihe von Maxima und Minima auf, welche teilweise offenbar durch einzelne außergewöhnliche Regenfälle hervorgerufen sind. Wir haben deshalb geglaubt, durch eine einfache Ausgleichung nach der Formel $b' = \frac{a+2b+c}{4}$, wo $a, b, c, \ldots$ die gemessenen, $a', b', c', \ldots$ die ausgeglichenen Mittel sind, eine größere Regelmäßigkeit herbeiführen zu sollen. Ferner sind im Folgenden die Stundenmittel in Tausendteilen des täglichen Mittels ausgedrückt. Bei einer gleichmäßigen Verteilung über den ganzen Tag würden alle Stundenwerte 42 ($41^{2}/_{3}$) sein.

Der tägliche Gang für Passat- und Regenzeit gesondert ist für Regenmenge und Regendauer aus der folgenden Figur und aus der Tabelle auf S. 43 ersichtlich.

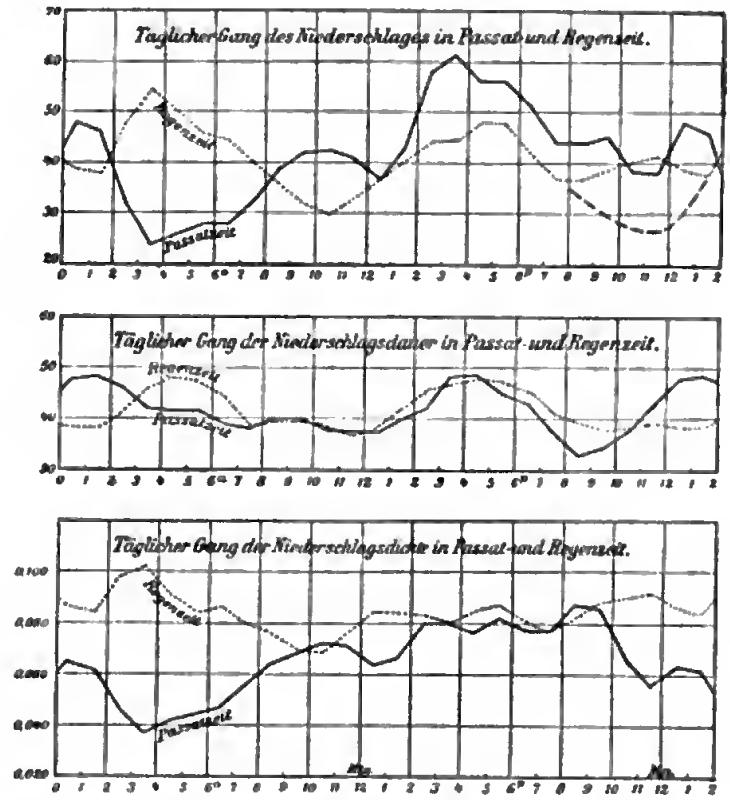


Fig. 11. Täglicher Gang des Niederschlags.

Es fällt sofort der große Unterschied zwischen Regenzeit (Sommer) und Passatzeit (Winter) auf. Andererseits kann als erster Eindruck formuliert werden, daß in Apia der tägliche Gang des Niederschlags nicht so ausgeprägt ist, wie man es an andern tropischen Stationen gefunden hat. Das höchste Stundenmittel ist in der Passatzeit 61 (unausgegl. 67), in der Regenzeit 54 (60); das niedrigste „ „ „ „ 24 („ 20), „ „ „ 30 (28).

Täglicher Gang des Niederschlags (ausgeglichene Werte)

a) Regenmenge in Tausendteilen der mittleren Tagessumme.

	Vormittag												Nachmittag											
	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12
Passatzeit .	48	46	32	*24*	26	28	28	32	39	42	42	41	*37*	43	58	61	56	56	51	44	44	46	38	38
Regenzeit .	39	38	48	54	50	46	44	40	36	32	*30*	33	37	41	44	44	48	48	42	38	*37*	39	40	42
Differenz .	9	8	—16	—30	—24	—18	—16	—8	3	10	12	8	0	2	14	17	8	8	9	6	7	7	—2	—4

b) Niederschlagsdauer in Tausendteilen der mittleren Tagessumme (Regenwahrscheinlichkeit).

Passatzeit .	48	48	46	42	42	42	39	38	40	40	38	38	*38*	40	44	48	48	45	43	38	*33*	34	38	44
Regenzeit .	38	38	41	46	48	47	44	39	39	39	38	*37*	38	42	45	47	48	47	45	41	39	*38*	38	38
Differenz .	10	10	5	—4	—6	—5	—5	—1	1	1	0	1	0	—2	—1	1	0	—2	—2	—3	—6	—4	0	6

c) Regendichte in mm pro Minute.

Passatzeit .	.064	.062	.046	*.037*	.041	.044	.047	.056	.064	.068	.072	.071	*.064*	.067	.080	.080	.077	.082	.078	.078	.088	.086	.067	.057
Regenzeit .	.086	.084	.098	.102	.091	.084	.086	.080	.076	.070	*.068*	.077	.084	.084	.083	.080	.085	.087	.080	.077	.082	.088	.090	.092
Differenz .	—22	—22	—52	—65	—50	—40	—39	—24	—8	—2	4	—6	—20	—7	—3	0	—8	—5	—2	1	6	—2	—23	—35

Die Niederschlagsmenge in der Passatzeit läßt sich allgemein durch eine ganztägige Periode darstellen mit einem Maximum zwischen 3 und 4 Uhr nachmittags und einem Minimum zur selben Stunde nachts. Unterbrochen wird dieser Verlauf durch ein sekundäres Minimum um Mittag und ein sekundäres Maximum um Mitternacht. (s. Figur 11).

In der Regenzeit zeigt sich jedoch deutlich eine doppelte Periode, deren Maxima auf 4 Uhr fallen und deren vormittägiges Minimum auf 10 Uhr fällt. Das abendliche Minimum scheint durch ein abendliches Maximum überlagert zu sein, ohne welches die Kurve wohl den lang gestrichelten Verlauf haben würde.

Die Erklärung des täglichen Ganges des Niederschlages ist oft auf Schwierigkeiten gestoßen. Es liegen mehrere Ursachen vor, welche einen periodischen Verlauf hervorrufen. Bald überwiegen die Feuchtigkeitsschwankungen, bald die Änderung des Temperaturgefälles, bald die Windrichtung in ihren Einflüssen auf den Regenfall.

Die überall wiederkehrenden Merkmale sind ein Minimum gegen Mittag und ein Maximum nach Mittag. Beide treten oftmals nur sekundär auf, fehlen aber fast in keiner Gegend von geringerer Meereshöhe. Das nachmittägige Maximum entsteht dadurch, daß zur Zeit des Temperaturmaximums am Erdboden das vertikale Temperaturgefälle am größten, der Gleichgewichtszustand der Luft also am labilsten ist, während am Vormittage infolge der mit der nächtlichen Ausstrahlung verbundenen Stabilisierung der Luft von dieser Seite aus keine Neigung zu Niederschlägen vorhanden ist.

Auch in Apia finden wir dieses nachmittägige Maximum mit vorhergehendem Minimum sowohl in der Passatzeit als in der Regenzeit. Der große Unterschied liegt jedoch im Verhalten des Regens in der Nacht. In der Passatzeit tritt zwischen 3 und 4 Uhr das äußerste Minimum auf, während die Niederschlagsmenge in der Regenzeit zur selben Stunde ihren größten Stundenwert erreicht.

Ganz anders ist der Verlauf der Niederschlagsdauer. Er ist zuerst weit gleichmäßiger, woraus sofort zu folgern ist, daß jene Extreme auf Rechnung der Intensität oder Dichte des Regens zu setzen sind, doch zeigt sich das typische Maximum der Häufigkeit in den Nachmittagsstunden in beiden Jahreszeiten. In der Nacht jedoch tritt in der Passatzeit das Maximum schon gleich nach Mitternacht ein und zwar tritt es ebenso schroff hervor wie das nachmittägige, während in der Regenzeit das Maximum der Häufigkeit kurz vor Sonnenaufgang eintritt. Der halbtägige Gang ist daher in der Regenzeit für Menge und Häufigkeit der Niederschläge fast der gleiche.

Das dritte Kurvenpaar in Abbildung 11 stellt den täglichen Gang der Regendichte dar, den Quotient von mittlerer stündlicher Menge (in mm) durch mittlere stündliche Dauer (in Minuten). Der Verlauf ist für beide Jahreszeiten direkt entgegengesetzt: Die Intensität des Regens hat in der Passatzeit ihr Maximum abends und in der Regenzeit in der Frühe. Es herrscht beide Male eine eintägige Periode. Die beiden Kurven würden genau parallel gehen, wenn sie nicht eine 7 stündige Phasenverschiebung hätten, welche bewirkt, daß der

Digitized by Google

Verlauf tagsüber von 9½ a bis 9½ p beide Male derselbe ist, obgleich die mittlere Dichte einen großen jahreszeitlichen Unterschied anfweist.

Im Mittel ist natürlich in der Regenzeit die Regendichte weit größer als in der Passatzeit $\left(\frac{0.084}{0.065} = 1.3\right)$. Sie hat ihr Maximum zwischen 3 a nnd 4 a — wohin in der Passatzeit das Minimum fällt — geht dann innerhalb 7 Stnnden auf das Minimnm herab, nm dann in 17 Stnnden allmählich nnd im Ganzen regelmäßig auf ihre größte Höhe wieder hinanfzusteigen. In der Passatzeit tritt das Maximum zwischen 8 p nnd 9 p auf, fällt ebenfalls in 7 Stunden auf das Minimum, von wo ihr Ansteigen allmählich erfolgt und ohne größere Unterbrechung.

Der eigentümliche tägliche Verlanf der Regenmenge setzt sich also zusammen aus der doppelten Periode der Regenhäufigkeit nnd der einfachen der Niederschlagsdichte. Erstere ist in Regen- und Passatzeit — außer einer Verschiebnng der nächtlichen Maxima — fast dieselbe, letztere ist in den verschiedenen Jahreszeiten entgegengesetzt.

Ehe znr Erklärung dieser Erscheinnng geschritten wird, soll festgestellt werden, daß sie mit andern Beobachtnngen übereinstimmt.

Nach Hann hat die tägliche Periode in Batavia in der Regenzeit ein Hauptmaximum zwischen 4 a und 6 a und ein sekundäres in den Nachmittagsstunden. Die Trockenzeit hat eine ausgesprochene eintägige Periode mit einem Minimnm vormittags und einem Maximum zwischen 4 p und 6 p.

Die Regenmenge in Calcntta weist ein starkes Nachmittagsmaximnm (128) und ein schwaches sekundäres (71) in den Morgenstunden im Jahresmittel anf. Im Verlauf der Regenwahrscheinlichkeit ist jedoch diese doppelte Periode weit ansgeprägter. Anch auf Mauritius [1]) hat der Regen eine doppelte Periode, Maxima zwischen 3 und 4, Minima zwischen 9 und 10 Uhr.

Bei dem Nebeneinanderbestehen und abwechselnden Überwiegen der einfachen und doppelten Periode des Niederschlags kann man sich der Vermntung nicht entziehen, daß die täglichen Temperatnr- und Luftdruckschwankungen die Ursache sind. Gerade in den Tropen, wo die periodischen Änderungen so regelmäßig und stark sind, und wo die Lnft so große Mengen Wasserdampf enthält, wird eine geringe Änderung des Gleichgewichtszustandes der Lnft genügen, nm Kondensation zn erzengen.

Über die Wirkung der Temperatnr besteht ja anch kein Zweifel. Anch darüber, daß an Luvküsten in der Regenzeit das Niederschlagsmaximum in der Nacht eintritt, in der Trockenzeit jedoch infolge der „Sommerregen“ am Nachmittage, finden sich in der Literatur Nachweise:

Wenn in der Nachtzeit dic Lnft vom wärmeren Ozean anf die abgekühlte Küste getrieben wird, so ist dadurch eine stärkere Veranlassung znr Kondensation gegeben, als am Tage, wo die Luft über dem Lande wärmer und trockner

1) Meteor. Zeitschr. 1898, S. 192.

ist. An Leeküsten wird jedoch hauptsächlich unter dem Einflusse der Sonnenstrahlung labiles Gleichgewicht entstehen, das Gewitterregen zur Folge hat. Das kommt in Apia zur Passatzeit in Betracht. Über dem Ozeane hingegen ist die Abkühlung der oberen Luftmassen infolge Ausstrahlung stärker als die Abkühlung der durch das Meerwasser warm erhaltenen tieferen Schichten. Es entsteht hier also vorzugsweise nachts Labilität, welcher dann die Luvküsten die nächtlichen Niederschläge verdanken. In Apia tritt das während der Regenzeit ein, wie oben (S. 15) näher ausgeführt wurde.

Über den Einfluß der periodischen Barometerschwankungen auf die Niederschläge ist uns jedoch keine Stelle in der Literatur bekannt geworden. Und doch sollte man schon aus Analogieschlüssen annehmen, daß in den Tropen, wo Luftdruckänderungen von 2 mm in 24 Stunden starke Wetterumschläge hervorbringen, die gleichgroße halbtägige Schwankung, also eine Luftdruckänderung von 2 mm in 6 Stunden, einen erheblichen Einfluß auf den Gleichgewichtszustand der Luft haben müßte. Allerdings sind die Luftdruckwellen viel zu flach, als daß man an die Entstehung eines horizontalen Gradienten denken könnte.

Begründet wird die Vermutung durch folgende Überlegung:

Wenn man einem Quantum Luft eine Wärmemenge dQ zuführt, so kann diese einerseits eine Temperaturänderung $c_v dt$ (c_v spez. Gewicht der Luft bei konstantem Volum), zweitens eine äußere Arbeit durch Volumzunahme leisten. Es besteht also die Gleichung

$$dQ = c_v dt + A p dv$$

p Druck, v Volum, A reciprokes Wärmeäquivalent.

Aus $pv = RT$ (R Gaskonstante, T abs. Temperatur) folgt $p dv = R dT - v dp$. Es ist also

$$dQ = c_v dt + AR dt - Av dp \text{ oder, weil } AR = c_p - c_v \text{ ist,}$$

$$dQ = c_p dt - ART\frac{dp}{p}.$$

Bei adiabatischer Zustandsänderung ist $dQ = 0$ und daher $dt = \frac{ART\,dp}{c_p p}$

$$\left(A = \frac{1}{427},\quad R = 29.3,\quad c_p = 0.238,\quad T = 300,\quad p = 760\right)$$

$$dt = 0.114\ dp.$$

Eine Druckänderung von 2 mm bewirkt also eine Temperaturänderung von über 0.2°. Gesättigte Luft von 25° kondensiert aber bei 0.2° Temperaturverminderung pro cbm 0.25 g Wasser, also 250 gr pro 1000 m Mächtigkeit der Luftschicht. Das gibt einen Niederschlag von 0.25 mm Höhe, welcher schon sehr wohl merkbar wird. Man kann nun zwar nicht annehmen, daß die Luft stets dem Sättigungspunkte nahe ist. Daher sind obige berechnete Werte als maximale zu betrachten. Sie sollten nur zeigen, daß unter so günstigen Bedingungen, wie sie in den Tropen vorhanden sind, die tägliche periodische Druckschwankung der Luft zu Niederschlägen Veranlassung geben kann.

Digitized by Google

Es ist sehr bezeichnend für den Charakter des Luftdruckeinflusses, daß er nur in der Häufigkeitskurve zur Darstellung kommt. Große Niederschlagsmengen sind nicht zu erwarten, aber Anregungen zur Niederschlagsbildung werden durch die Luftdruckschwankungen gegeben.

Um vorstehende Ausführungen noch weiter zahlenmäßig zu begründen, sind die Kurven, welche den täglichen Gang des Niederschlags in Tausendteilen der mittleren Tagessumme darstellen, — für Passat- und Regenzeit gesondert — harmonisch analysiert worden.

1) Regenmenge.

Passatzeit $12 \sin (195^0 + \alpha) + 2 \sin (395^0 + 2\alpha)$
Regenzeit $3 \sin (85^0 + \alpha) + 7 \sin (324^0 + 2\alpha)$

2) Regenhäufigkeit.

Passatzeit $1 \sin (116^0 + \alpha) + 4 \sin (358^0 + 2\alpha)$
Regenzeit $1 \sin (222^0 + \alpha) + 5 \sin (310^0 + 2\alpha)$

3) Regendichte.

Passatzeit $18 \sin (195^0 + \alpha) + 7 \sin (166^0 + 2\alpha)$
Regenzeit $7 \sin (82^0 + \alpha) + 5.6 \sin (358^0 + 2\alpha)$

Da zeigt sich deutlich die Übereinstimmung des Phasenwinkels des ersten Gliedes in Regenmenge und Regendichte; der Phasenwinkel des zweiten Gliedes jedoch ist in Regenhäufigkeit und Regenmenge derselbe. Das letztere Glied hat im Mittel etwa den Winkel 340°, also Maxima zwischen 3 und 4 Uhr, Minima zwischen 9 und 10 Uhr. Das ist direkt entgegengesetzt dem 2. Gliede des Luftdrucks, welches den Phasenwinkel 157°, also Maxima zwischen 3 und 4 Uhr und Minima zwischen 9 und 10 Uhr hat.

Die Amplitude des zweiten Gliedes der Regenmenge in der Regenzeit ist, in mm umgerechnet, 0.07, also etwa nur ¼ des als maximal berechneten Niederschlages bei gesättigter Luft. In der Passatzeit ist sie noch viel geringer (0.01).

Untersuchungen über die tägliche Periode des Niederschlags auf Grund von Registrierungen ermöglichen es, Regenmessungen benachbarter Stationen, welche nur zweimal am Tage, etwa früh 6 Uhr und abends 6 Uhr angestellt werden, zu theoretischen Untersuchungen, wie sie oben ausgeführt sind, zu benutzen.

Wenn man in Apia die Summe der Niederschläge in der Nacht und am Tage (6 Uhr bis 6 Uhr) für Passat- und Regenzeit gesondert bildet, so ergibt sich folgende Verteilung:

in der Passatzeit	nachts	46.4 %	tagsüber	53.6 %
in der Regenzeit	„	51.5 %	„	48.5 %
im Jahresmittel	„	50.0 %	„	50.0 %. —

In der Besprechung der Ergebnisse der Windrichtungsregistrierungen wurde betont, daß in der Regenzeit nach allgemeiner Anschauung und nach Schiffs-

Digitized by Google

beobachtungen die nördlichen Winde häufiger seien, als in der Passatzeit, wenngleich es aus den Registrierungen nicht hervorzugehen scheine. Der Grund für diese Erscheinung wurde eingehend diskutiert.

Wichtig für diese Frage ist auch eine Auszählung der Regenstunden nach den Windrichtungen. Von 480 Regenstunden in den Passatmonaten 1906 fielen

auf Nordwinde (NW bis NE) . . . . . 33 oder 6.8 %
auf Ostwinde (ENE bis SSE) . . . . . 420 oder 87.5 %
auf Süd- und Westwinde (S bis WNW) . 21 oder 4.4 %

In den Regenmonaten 1906 fielen von 637 Regenstunden

auf Nordwinde . . . . . 107 oder 16.8 %
auf Ostwinde . . . . . 339 oder 53.2 %
auf Süd- und Westwinde . . . . . 148 oder 23.2 %

Aus diesen Angaben berechnet sich mit Hinzunahme der Häufigkeit der genannten Gruppen von Windrichtungen die Regenwahrscheinlichkeit für diese Gruppen folgendermaßen:

Bezeichnung der Windrichtungsgruppe	Häufigkeit der Regenstunden in %	Häufigkeit der Windrichtungen in %	Regenwahrscheinlichkeit überhaupt	Regenwahrscheinlichkeit für best. Windrichtg.	
Nordwinde . .	6.8	6.3	0.103	0.111	Passatzeit
Ostwinde . . .	87.5	89.6		0.100	
Süd-u. Westwinde	4.4	2.2		0.206	
Nordwinde . .	16.8	14.0	0.168	0.204	Regenzeit
Ostwinde . . .	53.2	58.6		0.152	
Süd-u. Westwinde	23.2	25.6		0.152	

Wir können aus dieser Tabelle entnehmen, daß die Regenwahrscheinlichkeit für die Passatwinde stets kleiner als die durchschnittliche ist; daß aber in der Passatzeit die Westwinde, in der Regenzeit die Nordwinde eine beträchtlich größere Regenwahrscheinlichkeit besitzen.

Der Grund liegt darin, daß die Nordwinde von der See herkommen und die Westwinde stets eine Begleiterscheinung atmosphärischer Störungen sind.

Wenn die Nordwinde in der Passatzeit eine geringe Regenwahrscheinlichkeit besitzen, so erklärt sich das damit, daß sie in Wirklichkeit Passatwinde sind, welche infolge des Seewindes eine Ablenkung nach Nord erfahren haben.

Digitized by Google

III. Sonnenscheindauer.

A. Aufstellung des Sonnenscheinautographen.

Seit Ende Januar 1905 ist ein Campbell-Stokesscher Sonnenscheinautograph in Tätigkeit: In der Fokalfläche einer Glaskugel ist ein Registrierbogen angebracht, auf dem die Sonne, wenn sie scheint, ein Loch brennt. Dieser Apparat ist jedoch nur für mittlere Breiten eingerichtet. Für Samoa mußte man ihn, um den Lichtpunkt immer auf dem Papier zu halten, auf einer nach Norden geneigten Ebene befestigen, deren Neigung durch Scharniere geändert werden kann. Es gelingt dann immer eine Stellung zu finden, für welche der Lichtpunkt während des Tages auf einer der verschieden geformten Registrierbogen verbleibt. Da die Sonne nie vor 6 Uhr früh und niemals nach 6 Uhr abends wirksam ist, wurden Registrierbögen und Registrierbogenträger um ein entsprechendes Stück verkürzt.

Es war nicht leicht in den ersten Monaten 1905, vor Beendigung des Baues eines Dienstgebäudes mit Turm, einen guten Anfstellungsort zu finden, wo die Glaskugel sowohl von Osten wie von Westen von den Sonnenstrahlen ungestört getroffen werden konnte. Es mußte ein Pfosten an der äußersten Spitze der Landungsbrücke (s. Tafel 2 und 7 der Abhandlung I des Samoa-Observatoriums) in das Korallenriff getrieben und auf diesem der Autograph befestigt werden.

Vom November 1905 ab befand er sich auf dem Turm, etwa 14 m über der Erde und in mindestens gleicher Höhe mit den Palmen.

Eine Schwierigkeit war insofern vorhanden, als der nach unten gewölbte Registrierbogenträger zur Ansammlung von Regenwasser Anlaß gab. Wenn also bei böigem Wetter Sonnenschein und Regenschauer abwechseln, so können um die Mittagsstunden, 11 bis 1, bisweilen dadurch Lücken entstehen, daß das Papier zum Versengen noch zu feucht ist. Wenn auch diese Möglichkeit zugegeben werden muß, so ist doch die Wahrscheinlichkeit sehr gering und es ist nur ein einziger Fall bekannt geworden.

Digitized by Google

B. Verarbeitung der Sonnenscheinregistrierungen.

Die Verarbeitnng der Registrierungen geschah in der üblichen Weise.

Außer der Tagessumme ist das Verhältnis der tatsächlichen znr möglichen Sonnenscheindaner berechnet worden. Dabei ist jedoch in Anrechnung gebracht worden, daß anf dem Campbell-Stokesschen Apparat die erste und die letzte halbe Stunde nicht registriert werden kann, einesteils weil die Sonnenstrahlen zu schwach sind, zweitens weil der Registrierstreifenträger einen Teil der Glaskngel beschattet nnd so die Wirksamkeit der Sonne beeinträchtigt. Beobachtungen zeigten, daß bei der Berechnung der prozentualen Sonnenscheindaner ziemlich genau e i n e Stunde von der astronomischen Tageslänge in Abzug zu bringen ist. Den Beweis für die Richtigkeit dieser Korrektion gibt die Tatsache, daß bei ganz klaren Tagen 100 % nahe erreicht wnrden, während sich nnr sehr selten eine höhere Zahl ergibt.

Entgegen dem Gebranch anderer Stationen ist in der Zusammenstellung auf Seite 56 der tägliche Gang der Sonnenscheindaner nicht in monatlichen Stundensnmmen, sondern wie durchgehends — in Stundenmitteln ansgedrückt.

Die Registrierung der Sonnenscheindaner bildet einen Ersatz für die bisher nicht eingeführte Registrierung der Bewölkung. Die Ergänznng der Prozente der möglichen Sonnenscheindaner zu 100 ist also ein Maß für die Bewölknng während der Zeit zwischen Sonnenanf- und Untergang. 100 % der möglichen Sonnenscheindaner entspricht der Bewölknng 0, während 0 % vollkommen bewölkten Himmel bedentet. Nach der gewöhnlichen Bezeichnungsweise zählt man die Bewölkung jedoch nicht von 0 bis 100, sondern von 0 bis 10. Es sind also die Differenzen der möglichen Sonnenscheindaner von 100 durch Division durch 10 in die entsprechenden Angaben der Bewölkungsbezeichnnng überzuführen.

Durch die inzwischen eingeführten regelmäßigen Wolkenbeobachtungen ist später nachznweisen, in wieweit diese Ableitung der Bewölkungsziffern aus den Sonnenscheinregistrierungen gestattet ist. Ferner sind die heiteren und die trüben Tage ausgezählt worden. Als heitere Tage sind alle diejenigen bezeichnet worden, bei denen das Verhältnis der wirklichen znr möglichen Sonnenscheindaner $\geq$ 75 % war, während die Tage mit $\leq$ 25 % Sonnenschein als trübe gerechnet wurden.

C. Ergebnisse der Sonnenscheinregistrierung.

Die Sonnenstrahlung ist die Ursache aller meteorologischen Vorgänge. Die Kenntnis der Daner und der Variationen des Sonnenscheins ist daher für alle theoretischen Untersuchnngen in der Meteorologie von größter Bedeutnng.

Die Tabellen beziehen sich auf die zwei Jahre 1905 und 1906. Die Monatssummen der Sonnenscheindaner weichen erheblich von einander ab, je nach der Witterung (Oktober 1905 fast 230 Stunden, Jnni 1906 nur 121). Immerhin

Digitized by Google

Monatssummen der Sonnenscheindauer in Stunden.

	1905	1906	Mittel	Reduziertes[2]) Mittel	Mittlere Tageslänge in Stunden
Januar	156.2[1])	184.0	170.1	166.9	12.73
Februar	128.2	146.7	137.4	149.2	12.41
März	145.5	166.6	156.0	152.9	12.05
April	155.3	180.7	168.0	170.2	11.70
Mai	197.3	145.6	171.4	168.1	11.39
Juni	172.6	120.9	146.8	148.7	11.23
Juli	139.7	158.3	149.0	146.1	11.24
August	144.5	144.5	144.5	*141.6*	11.51
September	176.0	211.0	193.5	196.0	11.86
Oktober	229.8	194.0	211.9	**207.7**	12.26
November	169.9	157.5	163.7	165.9	12.60
Dezember	156.9	153.4	155.2	152.1	12.79
Jahressumme . . .	1971.8	1963.2	1967.3	1965.4	12.0
Mittel im Passatmonat	176.6	162.4	169.5	168.0	11.58
Mittel im Regenmonat	152.0	164.8	158.4	159.2	12.38

Wahrscheinlichkeit des Sonnenscheins in %.

	1905	1906	Mittel
Januar	44.6[1])	50.6	47.6
Februar	40.1	42.7	*41.4*
März	43.0	48.6	45.8
April	48.4	56.2	52.3
Mai	61.2	45.1	53.2
Juni	56.2	39.4	47.8
Juli	44.0	49.8	46.9
August	44.3	44.3	44.3
September	54.1	64.8	59.4
Oktober	65.8	55.6	**60.7**
November	48.8	45.2	47.0
Dezember	42.6	42.0	42.3
Jahr	49.4	48.7	49.1
Passatzeit	54.3	49.8	52.0
Regenzeit	44.6	47.6	46.2

1) Januar 1905 ist interpoliert als Mittel aus den 5 vorhandenen Regenmonaten 1905 mit Berücksichtigung der verschiedenen Monatslänge.

2) Reduziert auf gleiche Monatslänge von 30.4 Tagen.

gestatten sie den jährlichen Gang zu erkennen. Die größten Werte kommen gegen Ende der Passatzeit vor, während das Minimum auf die Regenmonate fällt. Da die Tageslänge gerade in der Regenzeit am größten ist, (Dezember 12.79h, Juni 11.23h) so ist die Entstehung dieses jährlichen Ganges auf die Bewölkung zu schieben.

Nach obigen Auseinandersetzungen ist die „Wahrscheinlichkeit des Sonnenscheins" der Quotient zwischen der tatsächlichen Dauer und der um eine Stunde verminderten Tageslänge. Diese Zahlen sind ein Maß der Bewölkung, welches bessere Schlüsse gestattet als täglich mehrmalige Bewölkungsbeobachtungen. Allerdings beziehen sich diese Zahlen nur auf die Tageszeit. Wenn ein bestimmter täglicher Gang der Bewölkung existiert, der große Unterschiede zwischen Tag und Nacht erkennen läßt, müssen die aus den Sonnenscheinregistrierungen gewonnenen Schlüsse eine entsprechende Reduktion erfahren. Solche fortlaufenden Bewölkungsbeobachtungen sind jedoch in Apia bisher nicht angestellt, außer der dreimaligen Terminbeobachtung 7s 2p 9p von 1902 bis 1904, welche jedoch zur Feststellung des täglichen Ganges nicht genügen dürften.

Die mittlere Bewölkungsziffer (w) nach der gewöhnlichen Skala 0—10 erhält man aus der „Wahrscheinlichkeit des Sonnenscheins in Prozenten" (a) durch die Formel

$$w = \frac{100 - a}{10}$$

Aus dem Jahresmittel 49.1 % folgt also 5.09 als mittlere Bewölkung, für die Passatzeit 4.80, für die Regenzeit 5.38. Die Werte sind jedoch etwas kleiner als die nach den täglich dreimaligen Beobachtungen des Herrn Dr. Funk berechneten.

Herr Cand. H. Bongards unterzog sich der Mühe, auf halb graphischem, halb rechnerischem Wege die Abhängigkeit der täglichen Temperaturschwankung von der Bewölkung zu ermitteln. Die in der angegebenen Weise aus der Wahrscheinlichkeit des Sonnenscheins berechnete Bewölkungsziffer jedes Tages wurde mit der Temperaturschwankung desselben Tages stufenweise zusammengefaßt und die für beide Größen erhaltenen Mittelwerte einander gegenüber gestellt. Es ergab sich der aus der Tabelle und Fig. 12 auf S. 53 ersichtliche Zusammenhang.

Die einzelnen Tage ließen den Zusammenhang merkwürdig wenig erkennen und auch die Kurven für die einzelnen Monate sind noch sehr unregelmäßig. Jedoch lassen sich obige Kurven wohl schon verwenden, um aus dem täglichen Gange der Temperatur den Einfluß der Bewölkung zu eliminieren, wie später gezeigt werden soll.

Digitized by Google

Passatzeit		Regenzeit		Jahr	
Bewölkung	Temperaturschwankung	Bewölkung	Temperaturschwankung	Bewölkung	Temperaturschwankung
0.7	6.6	0.4	6.6	0.5	6.6
1.4	7.2	1.6	6.9	1.5	6.8
2.4	6.9	2.6	6.9	2.5	6.9
3.4	6.8	3.4	6.6	3.5	6.7
4.4	6.6	4.6	6.4	4.4	6.5
5.6	6.7	5.4	5.8	5.5	6.1
6.4	6.4	6.4	5.2	6.4	5.8
7.3	5.8	7.5	5.6	7.4	5.9
8.6	(4.0)	8.4	5.6	8.5	5.5
9.6	5.0	9.6	4.9	9.4	5.0
10.0	3.3	10.0	4.3	10.0	4.0

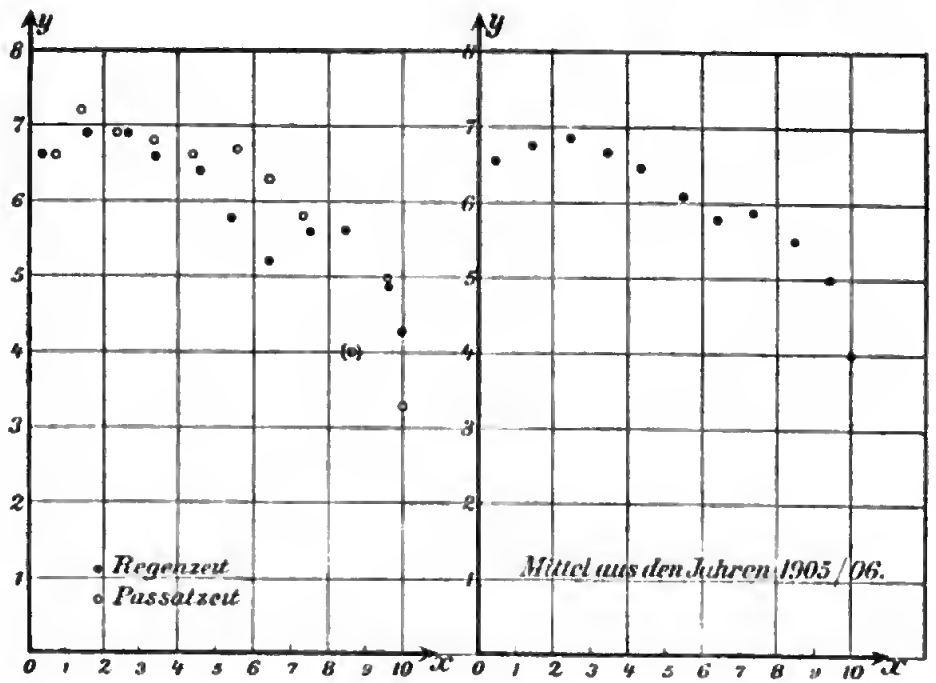


Fig. 12. Abhängigkeit der Amplitude des täglichen Temperaturganges (y) von der Bewölkung (x).

Digitized by Google

Da oft nur Angaben über die trüben und heiteren Tage gemacht werden, hat man versucht hieraus die mittlere Bewölkung eines Ortes zu berechnen. Man benutzt da die Formel

$$\text{mittlere Bewölkung} = a + b\,\frac{t-h}{n},$$

wo t die Anzahl der trüben, h die der heiteren Tage, n die Tage überhaupt, a und b Konstanten sind.

Die nachfolgende Tabelle gibt die nötigen Unterlagen dazu.

	Heitere Tage			Trübe Tage			Ganz bewölkte Tage		
	1905	1906	Mittel	1905	1906	Mittel	1905	1906	Mittel
Januar . . .	6	8	7	10	6	8	3	1	2
Februar . . .	3	5	4	10	9	9.5	3	1	2
März	7	8	7.5	11	10	10.5	4	5	4.5
April	8	11	9.5	9	5	7	4	2	3
Mai	14	6	10	5	8	6.5	1	2	1.5
Juni	8	4	6	5	9	7	2	3	2.5
Juli	7	6	6.5	9	5	7	1	2	1.5
August . . .	6	5	5.5	9	9	9	1	2	1.5
September . .	9	17	13	4	4	4	0	0	0
Oktober . . .	15	11	13	3	6	4.5	0	2	1
November . .	7	8	7.5	10	9	9.5	4	4	4
Dezember . .	3	2	2.5	10	11	10.5	2	3	2.5
Summe . . .	93	91	92	95	91	93	25	27	26
Pro Monat: Jahr . . .	7.8	7.6	7.7	7.9	7.6	7.75	2.1	2.25	2.2
Pro Monat: Passatzeit .	9.8	8.2	9.0	5.8	6.8	6.3	0.8	1.8	1.3
Pro Monat: Regenzeit .	5.7	6.8	6.25	10.0	8.3	9.15	3.3	2.7	3.0

Nach obiger Formel ergibt sich

$$\text{für das Jahresmittel} \quad 5.09 = a + b\,\frac{93-92}{365}$$

$$\text{für die Passatzeit} \quad 4.80 = a + b\,\frac{6.3-9.0}{30.7}$$

$$\text{für die Regenzeit} \quad 5.38 = a + b\,\frac{9.15-6.25}{30.1}$$

In Deutschland fand man für a und b die Werte 5.1 und 5.0, für Samoa ergibt sich 5.08 und 3.2.

Digitized by Google

Allgemein ergibt sich aus der Tabelle der heiteren und der trüben Tage, daß im Jahresmittel beide Bewölkungsgrade gleich oft und zusammen ungefähr an der Hälfte der Tage (50.7 %) vorkommen, entsprechend der Anzahl der auf sie entfallenden Bewölkungsstufen. In der Passatzeit überwiegen die heiteren Tage in gleichem Maße, wie die trüben in der Regenzeit, sodaß der Prozentsatz der Häufigkeit des Vorkommens dieser beiden extremen Bewölkungsstufen den mittleren gegenüber gewahrt bleibt. Diese überraschende Gleichmäßigkeit des Vorkommens der verschiedenen Bewölkungsgrade ist eine Eigentümlichkeit des Klimas in Apia, vielleicht eines größeren Gebietes der tropischen Südsee. In anderen Klimaten findet man gewöhnlich auffallende Unregelmäßigkeiten in diesen Bewölkungsverhältnissen, z. B. daß trübe Tage häufiger sind als heitere oder daß mittlere Bewölkungsgrade nur sehr selten vorkommen.

Es sind ferner noch die ganzbewölkten Tage ausgezählt worden. Sie sind in der Regenzeit häufiger als in der Passatzeit, im Mittel betragen sie jährlich 26, also 7 %.

Von besonderem Interesse als Ersatz der nicht eingeführten Bewölkungsregistrierungen ist die Betrachtung der täglichen Periode der Sonnenscheindauer, wie sie die Tabelle auf S. 56 ausdrückt.

Die Stunden sind nach mittlerer Ortszeit, nicht nach Sonnenzeit gerechnet, wie das wohl bisweilen geschehen ist.

Im Allgemeinen muß die Sonnenscheindauer der Regenhäufigkeit und der relativen Feuchtigkeit umgekehrt proportional verlaufen. Es zeigt sich also dicht vor Mittag ein Maximum der Sonnenscheindauer. Wie zu erwarten ist, tritt es jedoch früher auf als das Minimum der Regenhäufigkeit, weil die Bildung der Wolken einige Zeit braucht, ehe es zum Niederschlag kommt. Beide Elemente zeigen den Eintritt der Extreme in der Passatzeit etwas verspätet. Im Mittel fällt das Maximum der Sonnenscheindauer mit 63 % wie auch das Minimum der relativen Feuchtigkeit zwischen 10 und 11 Uhr, das Minimum der Regenhäufigkeit zwischen 11 und 12 Uhr vormittags.

Die vorwaltenden „Sommerregen“ am Nachmittage bewirken, daß die Sonnenscheindauer nachmittags geringer ist als vormittags und zwar in der Regenzeit mehr als in der Passatzeit, im Mittel um eine halbe Stunde.

Digitized by Google

Mittlere Stundenwerte der Sonnenscheindauer 1905 1906.

(In Bruchteilen der Stunde).

	Vormittag						Nachmittag					
	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6
Januar . . .	0.12	0.49	0.61	0.62	0.69	0.58	0.69	0.55	0.54	0.46	0.35	0.14
Februar . .	0.12	0.48	0.62	0.58	0.56	0.54	0.48	0.45	0.38	0.27	0.20	0.06
März . . .	0.09	0.39	0.49	0.58	0.60	0.60	0.54	0.53	0.48	0.40	0.25	0.08
April . . .	0.08	0.42	0.54	0.60	0.65	0.66	0.60	0.57	0.54	0.45	0.38	0.10
Mai	0.06	0.40	0.52	0.57	0.59	0.62	0.66	0.62	0.54	0.46	0.36	0.10
Juni . . .	0.00	0.16	0.50	0.60	0.62	0.63	0.60	0.60	0.49	0.42	0.24	0.01
Juli	0.00	0.22	0.56	0.60	0.60	0.60	0.57	0.47	0.42	0.45	0.30	0.02
August . .	0.02	0.28	0.51	0.57	0.58	0.61	0.54	0.52	0.42	0.36	0.22	0.02
September .	0.08	0.50	0.70	0.75	0.74	0.74	0.67	0.56	0.56	0.52	0.49	0.14
Oktober . .	0.17	0.55	0.66	0.72	0.76	0.70	0.68	0.70	0.68	0.58	0.46	0.19
November .	0.22	0.53	0.57	0.61	0.62	0.55	0.54	0.49	0.45	0.41	0.33	0.15
Dezember. .	0.18	0.46	0.58	0.62	0.59	0.58	0.56	0.46	0.39	0.30	0.22	0.05
Jahresmittel	0.10	0.42	0.57	0.62	0.63	0.62	0.60	0.54	0.49	0.42	0.32	0.09
Passatzeit .	0.06	0.35	0.58	0.64	0.65	0.65	0.62	0.58	0.52	0.46	0.34	0.06
Regenzeit. .	0.14	0.48	0.57	0.60	0.62	0.58	0.57	0.51	0.46	0.38	0.29	0.10

Passatzeit Vormittagssumme: 2.93, Nachmittagssumme: 2.61, Differenz: 0.32.
Regenzeit „ 2.99, „ 2.31, „ 0.68.

Digitized by Google

IV. Die Registrierung der Temperatur und der Feuchtigkeit.

A. Aufstellung der Registrierapparate.

An Instrumenten waren vom K. Preuß. Meteorologischen Institut ein Thermograph und ein Hygrograph von Richard zur Verfügung gestellt. Man findet die Beschreibung bez. Abbildung dieser Instrumente z. B. in der Anleitung des genannten Instituts, Teil II, S. 2 und 3.

Als Normal-Instrument zur täglichen Kontrolle wurde ein eigens angefertigtes Paar Psychrometer-Thermometer von Lambrecht in Göttingen benutzt, deren Skala von + 10 bis 40 Grad reichte. Das feuchte Thermometer wurde dabei aus einem daneben aufgehängten, mit Wasser gefüllten und oben geschlossenen Glasrohr, das wochenlang ohne Neufüllung vorhielt, vermittels eines Dochtes benetzt. Außerdem standen ein Aßmannsches Aspirations-Psychrometer sowie ein Schubertsches Schleuder-Psychrometer zur Verfügung. Diese beiden letzgenannten Instrumente sollten als eigentliche Kontrolle bei den Registrierapparaten benutzt werden. In der Tat haben sie etwa während der Hälfte der Beobachtungsperiode von Dr. Tetens gedient, während sie in der übrigen Zeit seiner Anwesenheit auf Samoa durch Beschädigung unbenutzbar waren; das Lambrechtsche Thermometerpaar aber wurde während der ganzen Zeit stets abgelesen.

Die Aufstellung erfolgte in einer von Göttingen mitgeführten „englischen" Hütte, die vom Tischlermeister Rode nach den Angaben von Dr. Tetens hergestellt war. Der Innenraum der Hütte war ein Meter breit, 60 cm tief und etwas über ein Meter hoch. Die Seitenwände waren mit doppelten Jalousien versehen, sodaß die von Westen und Osten kommenden Regenfälle völlig vom Innern abgehalten wurden. Die Vorder- und die Rückseite wurde von Flügeltüren eingenommen, die nur mit einfachen Jalousien versehen waren. Dr. Linke hat 1905 auch diese Türwände inwendig mit einer zweiten Jalousie-Ausstattung versehen lassen. Das Dach war doppelt mit etwa 20 cm Zwischenraum. Seine Neigung

betrng 15 Grad nach S ansteigend. Die Ablesung geschah meist nicht wie auf dem Bilde Tafel I, Fig. 2, von Norden her, sondern durch Öffnen der südlichen Flügeltüren. Die den Boden bildenden Bretter waren mit reichlichen Luftspalten versehen, sodaß die Zirkulation im Innern auch bei windstillem Wetter nicht unbedeutend sein mußte. Der Boden der Wetterhütte befand sich etwa zwei Meter über dem mit Gras bewachsenen Erdboden auf vier Pfosten stehend. Die beiden Registrierapparate standen unten zunächst nebeneinander. Die beiden Psychrometer-Thermometer waren etwa in der Mitte des ganzen Hüttenraumes befestigt. Daneben waren noch zwei ebenfalls von Lambrecht gelieferte Extrem-Thermometer aufgehängt. Das Aspirations-Psychrometer und auch das Schleuder-Psychrometer wurden vor der geöffneten Tür außerhalb der Hütte an Drähten aufgehängt, die zwischen den Palmen der Umgebung ausgespannt waren, sodaß der Beobachter sich nach beendeter Ablesung der übrigen Instrumente nur umzuwenden hatte, um das Kontrollinstrument abzulesen.

Der Vergleich der mit dem Aspirationspsychrometer ermittelten Temperaturen mit denen am nichtaspirierten Thermometer in der meteorologischen Hütte gibt ein Kriterium für die Güte der Thermometer-Aufstellung. Er wurde für einige der ungünstigsten Monate, während der windschwachen Regenzeit, durchgeführt und ergab für die 7a-, 2p- und 9p-Beobachtung getrennt folgende Korrektionen des nichtaspirierten Thermometers:

Bewölkung	7a Wind			2p Wind			9p Wind		
	schwach	mittel	stark	schwach	mittel	stark	schwach	mittel	stark
heiter . .	+ 0.07	− 0.10	0.00	− 0.39	− 0.30	− 0.19	− 0.08	+ 0.13	—
halbbedeckt	+ 0.10	+ 0.05	− 0.20	− 0.24	− 0.32	− 0.24	− 0.09	+ 0.08	+ 0.10
trübe . . .	+ 0.06	+ 0.09	− 0.05	− 0.22	− 0.20	− 0.24	− 0.05	− 0.01	+ 0.10
	Mittel 0.00			Mittel − 0.26			+ 0.02		

Es zeigte sich also, daß auch in den ungünstigsten Monaten, wo der Sonnenstand am höchsten und die Luftbewegung am geringsten ist, am freien Thermometer in der Hütte nur um Mittag ein nennenswerter Strahlungseinfluß zu bemerken ist. Man muß erwarten, daß dieser Einfluß am Thermographen, welcher noch einen besonderen Strahlungsschutz besaß, noch etwas geringer war, sodaß wir uns berechtigt glaubten diesen Fehler zu vernachlässigen. Er hat auf das Tagesmittel kaum einen Einfluß und wird nur die tägliche Periode um den angegebenen Betrag zu groß erscheinen lassen. Wer je Thermometeraufstellungen kritisch untersucht hat, wird zugeben müssen, daß von einer tropischen Station nicht mehr erwartet werden kann.

In den Jahren 1905 und 1906 hat daher Dr. Linke von einer Aspiration des trockenen Thermometers bei den Kontrollmessungen abgesehen, hingegen aber

Digitized by Google

Aspiration des feuchten Thermometers in der Hütte mittels eines angesetzten Fueßschen Aspirators bewirkt, dabei wurden die Lambrechtschen Thermometer durch beste Fueßsche ersetzt. Die geschilderte Aufstellung kann als recht befriedigend bezeichnet werden, wenngleich vor der Verdoppelung der Türjalousien hin und wieder Regentropfen insbesondere zu Zeiten starken Windes an den Thermometergefäßen hingen. Die Bestrahlung der Ost- und Westwände an klaren Tagen morgens und abends wird keinen wesentlichen Einfluß auf die Instrumentalangaben verursacht haben, da diese Wände von vornherein mit doppelten Jalousien versehen gewesen sind. Bei hohem Sonnenstande aber wird das doppelte Dach, dessen Zwischenraum vermöge seiner ringsum verteilten Öffnungen ein lebhaftes Durchströmen der Luft verursachen mußte, die strahlende Wirkung vom Innern genügend abgehalten haben. Besonders zu statten kam hier die stark ausgebildete tägliche Periode der Windstärke, da zur Zeit größter Insolation auch zugleich stärkste Aspiration stattfindet.

Während der Thermograph im allgemeinen tadellos funktioniert hat, zeigte der von Dr. Tetens mitgebrachte Hygrograph teilweise eine starke Herabminderung der Empfindlichkeit, sodaß seine Aufzeichnungen zeitweise völlig unbrauchbar gewesen sind. Durch gründliche Reinigung gelang es indessen immer wieder diese Störungen zu beseitigen. Dasselbe gilt von dem von Dr. Linke mitgeführten neuen Exemplar derselben Gattung, das seit 1905 im Gange gehalten wurde. Offenbar verlieren die Hygrographenhaare in der salzdurchtränkten samoanischen Küstenluft sehr bald ihre Empfindlichkeit gegen hygroskopischen Einfluß und müssen dann erst wieder gründlich gereinigt werden.

Die regelmäßigen Termin-Ablesungen begannen am 31. Oktober 1902 und wurden von Dr. Tetens bis Anfang 1905 durchgeführt. Um die lange Reihe der Ablesungen des Herrn Dr. Funk für diesen Zeitraum von etwas über zwei Jahren durch eine unabhängige Beobachtungsreihe an frei aufgestellten nicht durch die Verbindung mit einem Wohnhaus beeinflußten Instrumenten so zu sagen zu kontrollieren, ihre etwa erforderlichen Verbesserungen zu ermitteln, und so ihren wissenschaftlichen Wert zu erhöhen, hielt es Dr. Tetens für zweckmäßig, dieselben drei Termine wie Herr Dr. Funk zu wählen, nämlich 7 Uhr morgens, 2 Uhr nachmittags und 9 Uhr abends. Obwohl er bestrebt war, diese Zeitpunkte möglichst genau inne zu halten, sind doch, besonders im ersten Jahre, Abweichungen von einer halben, ja einer ganzen Stunde nicht selten vorgekommen. Erst als es ihm seit Dezember 1903 möglich wurde, auf dem Observatoriumsplatz Unterkunft zu finden und durch Selbstbeköstigung den bis dahin mehrmals täglich nötigen Weg nach Apia zu ersparen, konnte er die Ablesungen pünktlicher vornehmen. Da er eine möglichst lückenlose Beobachtungsreihe erstrebte, hat er im November und Dezember 1902, als er wiederholt gezwungen war, das Bett zu hüten, täglich dennoch wenigstens einmal abgelesen. In den Jahren 1903 und 1904 finden sich im ganzen etwa zehn Lücken vor, die hauptsächlich auf heftiges Unwetter zurückzuführen sind, welches die Ablesung der Instrumente in der freistehenden Wetterhütte vereitelte.

Digitized by Google

Die Terminbeobachtungen sind auf losen Zetteln mit Bleistift niedergeschrieben. Formulare waren nicht vorgedruckt, vielmehr wurden die aus Konzeptpapier in der Größe von etwa 9×27 cm geschnittenen Zettel unter eine aus Karton verfertigte Schablone gelegt, die mit 34 Ausschnitten versehen war, sodaß jede abgelesene Zahl oder Notiz auf einen ein für allemal auf der Schablone festgelegten Platz geschrieben wurde. Ein Ledernmschlag schützte das Papier mit der Schablone gegen Regen und diente als Schreibunterlage.

Da ein wind- und regensicheres Bureaulokal nicht zur Verfügung stand, konnten die sich ansammelnden Ablesezettel nicht in wünschenswerter Weise zusammengehalten werden, und Dr. Tetens hat sie erst, nachdem er im November 1905 das gesamte Beobachtungsmaterial im Geophysikalischen Institut unterbringen konnte, vollständig durchsehen, ordnen und in Pappfntteralen verwahren können. Einige Zettel, deren Datierung bei der Ablesung versäumt oder verfehlt war, ließen sich schließlich mit Hülfe der Registrierstreifen sicher identifizieren, da bei jeder Ablesung die beiden Koordinaten sowohl beim Thermograph als auch beim Hygrograph notiert worden waren.

Nach Schluß der über mehr als zwei Jahre durchgeführten regelmäßigen Terminablesungen schien der damit verfolgte Zweck erreicht zu sein. Mit Rücksicht auf die zahlreichen wichtigeren Anforderungen, die der zunehmende Umfang der Observatoriumsarbeiten an ihn und seine Gehilfen stellte, hat Dr. Linke von der Weiterführung abgesehen nnd sich anf eine täglich einmalige Kontrollablesnng beschränkt, die er innerhalb der Woche möglichst auf verschiedene Tagesstnnden legte.

B. Bearbeitung der Thermographen- und Hygrographen-Registrierungen.

Wenn auch in den Jahren 1905 und 1906 die Korrektionen des Thermographen und des Hygrographen, wie sie sich aus den täglichen Ablesungen ergaben, zur besseren Überwachung der Instrumente und der Beobachtungen schon in Samoa berechnet wurden, so konnte doch an eine eigentliche Verarbeitung der Registrierungen wegen Mangel an Personal an Ort und Stelle nicht gedacht werden. Wir waren uns zwar bewußt, daß das ein prinzipieller Fehler sei; ihn abzuändern lag jedoch nicht in nnserer Hand. Bei Bearbeitung von Beobachtungen pflegen sich stets diese oder jene Untersuchnngen als wünschenswert zu erweisen, die jedoch nach Rückkehr nach Dentschland nicht mehr zu ermöglichen sind. Für die meteorologischen Registrierungen gilt dies weniger, weil hierfür die notwendige Erfahrung von vorn herein vorhanden war und schon bei der Anstellung der Beobachtungen anf alle Möglichkeiten Rücksicht genommen werden konnte. Immerhin wird beim Barographen eine solche Ungenauigkeit zu erwähnen sein.

In einem Punkte weicht die Bearbeitung der meteorologischen Registrierungen von dem üblichen Modus ab: Es wnrden grundsätzlich keine Momentan-

werte abgelesen, sondern nur Mittelwerte in einstündigen Intervallen.

Für Windrichtung, Sonnenscheindauer, Regenmenge und Regendauer ist das ja wohl immer geschehen, auch für Windgeschwindigkeit pflegt man Stundensummen oder Stundenmittel anzugeben. Nur bei Auswertung von Luftdruck, Temperatur und relativer Feuchtigkeit sind in allen uns bekannten Bearbeitungen die Momentanwerte zur vollen Stunde entnommen und in die Berechnung des Mittels, sowie des täglichen und jährlichen Ganges eingeführt worden. Dies geschah meist, um die abgelesenen Werte mit denen benachbarter Stationen exakter vergleichen zu können. Prinzipiell kann man dagegen einwenden, daß ein nach der hier befolgten Methode gebildetes Mittel über einen größeren Zeitabschnitt (Tag, Monat, Jahr) natürlich genauer ist, weil im andern Fall von der ganzen registrierten Zeit ja nur ein sehr kleiner Teil — etwa 5 % — wirklich zur Mittelbildung verwandt ist. Ferner wird dann das Tagesmittel gewöhnlich aus den Momentanwerten um 1 a, 2 a, 3 a ... usw. bis 12 p berechnet, welche nicht symmetrisch zum Anfang und Ende des Tages liegen. Andererseits kann man der neuen Methode entgegenhalten, daß die Zeit, für welche der abgelesene Stunden-Mittelwert gilt, innerhalb der Stunde ungenau ist. Bei nichtlinearer Veränderung des betreffenden Elementes braucht der Stundenmittelwert nicht auch der Mitte der Stunde $x + {}^1/_2{}^h$ anzugehören. Diesem prinzipiellen Bedenken mangelt aber die praktische Bedeutung, wie in Folgendem ausgeführt werden soll.

Es ist ersichtlich, daß die Differenz zwischen dem Stundenmittelwerte und der Ordinate zur Zeit $x + {}^1/_2{}^h$ um so größer ist, je mehr das auszuwertende Kurvenstück von der Geraden abweicht. Dieses ist von allen betrachteten Fällen am stärksten der Fall bei der Temperatur zwischen 5 a und 11 a, also während des starken Anstieges am Vormittage.

Dieses Stück der Temperaturkurve läßt sich nun, wie die nachfolgende Figur 13 lehrt, zufällig recht gut vergleichen mit dem Verlauf des Sinus zwischen 270° und 90°. Es ist also gestattet, die Größenordnung des begangenen Fehlers an der Sinuskurve festzustellen.

Die Methode des Ablesens von Stundenmitteln nach Schätzung ist ja weiter nichts als eine Integrierung der Kurve in einstündigen Intervallen. Wenn also, wie in Figur 13, eine Stunde als 30° oder $\frac{\pi}{6}$ aufgefaßt wird, so ist der Fehler δ, welchen man begeht, wenn man als Wert der Ordinate für eine bestimmte Abszisse x das Integral von $x - 15^0$ bis $x + 15^0$ einsetzt, bei Zugrundelegung der Sinuskurve

$$\delta = \sin x - \frac{6}{\pi} \int_{x-15}^{x+15} \sin x \, dx.$$

Diese Gleichung läßt sich bequem auflösen, das Integral des Kurvenstücks ist $\frac{6}{\pi} [\cos (x+15^0) - \cos (x-15^0)]$ oder $\frac{6}{\pi} \; 2 \sin x \sin 15^0$.

Digitized by Google

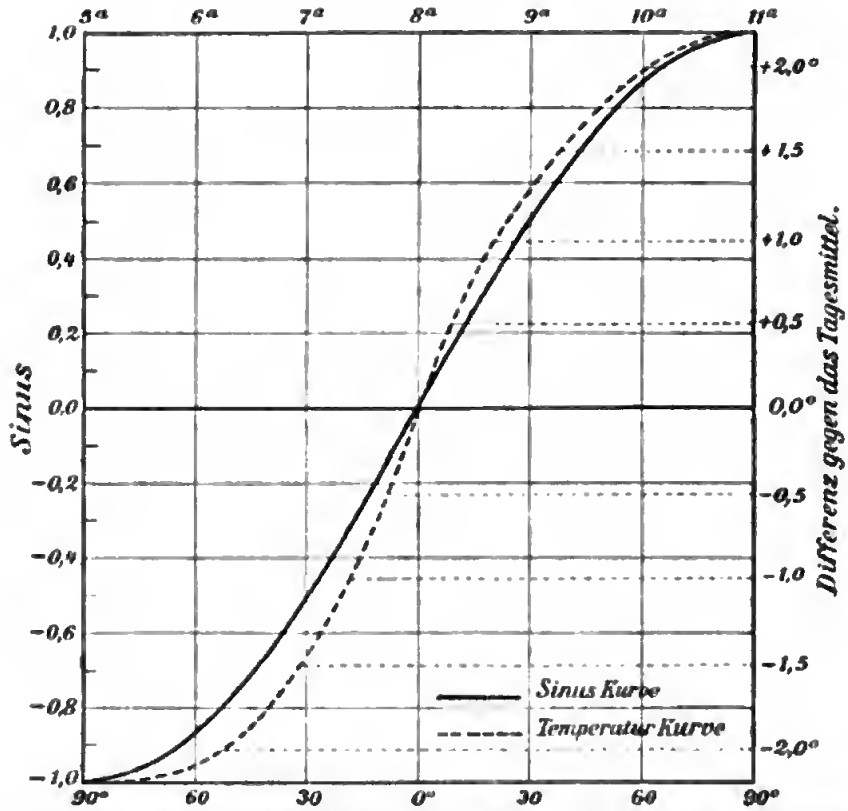


Fig. 13. Vergleich des Temperaturanstieges am Vormittage mit dem Verlauf der Sinuskurve.

Es ergibt sich

$$\delta = \sin x \left(1 - \frac{12}{\pi} \sin 15^\circ\right) = 0.01 \sin x.$$

Der begangene Fehler ist also am größten an den Extremen der Kurven und erreicht auch hier nur ein Prozent der Amplitude, also höchstens 0.05°.

Betrachtet man nun aber die obige Vergleichung des Temperaturverlaufes mit der Sinuskurve (Figur 13), so erkennt man, daß zur Zeit der Extreme die Temperatur eine weit schwächere Krümmung zeigt als der Sinus. Die später mitzuteilenden Stundenwerte unterscheiden sich in der Nähe des Maximums und des Minimums nur um wenige Hundertstel, sodaß die oben genannte obere Grenze von 0.05° in Wirklichkeit nicht annähernd erreicht wird, und so der begangene Fehler unter der Genauigkeitsgrenze verbleibt.

Der Ablesung von Stundenmittelwerten auch bei Luftdruck, Temperatur und Feuchtigkeit lag hauptsächlich die Absicht zu Grunde, den statistischen Ergebnissen möglichste Gleichförmigkeit zu geben. Nicht nur die meteorologischen, sondern auch magnetische und luftelektrische Registrierungen werden in der gleichen Weise ausgewertet. Bei Untersuchungen über Zusammenhänge einzelner

Elemente wird man die resultierenden Zahlen ohne Schwierigkeit gegenüberstellen können, während die Vergleichung von Momentanwerten mit Stundenmitteln stets große Bedenken hat.

Ein anderer Grund war folgender: Bei den in Begleitung der häufigen Regenböen eintretenden plötzlichen Sprüngen in Temperatur und Feuchtigkeit kann es, wenn Momentanwerte abgelesen werden, oft vorkommen, daß beim Thermographen schon der Wert nach der sprungweisen Veränderung, beim nachhinkenden Hygrographen hingegen noch ein Punkt vorher abgelesen wird, besonders bei langsam schreibenden Apparaten mit ungenauem Gange. Berechnet man nun die absolute Feuchtigkeit aus Temperatur und relativer Feuchtigkeit, so bekommt man Werte, die imstande sind, die sonst erreichte Genauigkeit stark herabzusetzen.

Etwas hat auch die Tatsache mitgewirkt, daß eine kleine Ungenauigkeit bei der Ablesung der Stundenmittel einen viel geringeren Einfluß auf das Tagesmittel oder monatliche Stundenmittel hat, als eine noch so sorgfältige Ablesung eines Momentanwertes in einer stark variierenden Kurve. Ferner leuchtet es ein, daß eine Ungenauigkeit in der Zeitmarkierung durch die angewandte Methode am besten eleminiert wird.

Vergleichsstationen, welche so pünktlich verwaltet wurden, daß es sich gelohnt hätte, die Einzelwerte mit einander zu vergleichen, standen in der Umgebung des Observatoriums nicht zur Verfügung.

Will man die Werte zu einer vollen Stunde berechnen, so bedient man sich zweckmäßig der Lagrangeschen Interpolationsformel unter Verwendung der beiden vorhergehenden und der beiden nachfolgenden Stundenmittelwerte.

Die Formel lautet bekanntlich:

$$f(x) = \sum_{i=0}^{i=n} f(x_i) \frac{(x-x_0)\dots(x-x_{i-1})(x-x_{i+1})\dots x-x_n}{(x_i-x_0)\dots(x_i-x_{i-1})(x-x_{i+1})\dots(x_i-x_n)}$$

Da wir uns auf 4 Glieder beschränken können, wird x_i der Reihe nach 1, 2, 3, 4, wobei $x = 2^1/_2$ zu setzen ist. Die Formel geht dann über in

$$f(2^1/_2) = -{}^1/_{16} f(1) + {}^9/_{16} f(2) + {}^9/_{16} f(3) - {}^1/_{16} f(4)$$

oder in die zur Berechnung bequemere Fassung

$$f(2^1/_2) = \frac{f(2)+f(3)}{2} + {}^1/_8 \left(\frac{f(2)+f(3)}{2} - \frac{f(1)+f(4)}{2} \right)$$

Soll beispielsweise die Temperatur um 7 a berechnet werden, so setzt man

$$t_7 = \frac{t_{6-7}+t_{7-8}}{2} + {}^1/_8 \left(\frac{t_{6-7}+t_{7-8}}{2} - \frac{t_{5-6}+t_{8-9}}{2} \right).$$

Digitized by Google

Wenn im Folgenden Werte der meteorologischen Elemente zur vollen Stunde angegeben sind, so sind sie auf obige Weise berechnet. Wir haben uns überzeugt, daß die Genauigkeit der Beobachtungen hierdurch in keiner Weise leidet. Im Gegenteil wird durch diese Manipulation der oben erwähnte kleine Fehler teilweise wieder ausgeglichen, welcher dadurch entstanden ist, das das Integral der Ordinate zwischen x und $x+1$ für die Zeit $x+{}^1/_2$ genommen worden ist.

Bei der Ablesung der Kurven wurden Uhrkorrektionen unter 5 Minuten immer, von 5 bis 10 Minuten nur bei ganz ruhigem Verlauf vernachlässigt. Die Uhrkorrektionen waren entweder aus Zeitmarken zu vollen Stunden, welche mehrmals in jeder Woche gemacht wurden (1905 und 1906), oder als abgelesene Uhrstände (1902 bis 1904) auf rund 5 Minuten genau bekannt. Um sie zu berücksichtigen, wurden auf die Registrierstreifen Schablonen aus durchsichtigem Papier in der richtigen Weise gelegt und bei großem Uhrgang von Tag zu Tag verschoben.

An die nach der aufgedruckten Teilung abgelesenen Werte wurden die aus den Kontrollbeobachtungen abgeleiteten Korrektionen in verschiedener Weise angebracht, je nachdem die Empfindlichkeit des Instrumentes der Teilung entsprach oder nicht. War im ersten Fall der Wert der Teilung $= 1^\circ$ C beim Thermographen oder $= 1\,\%$ beim Hygrographen, so wurde aus allen Beobachtungen eine mittlere Korrektion für jeden Registrierstreifen, welcher eine Woche (von Montag zu Montag) enthält, wie es die Tabelle auf S. 65 zeigt, berechnet und diese an jeden einzelnen Stundenmittelwert angebracht. Die wochenweise Zusammenfassung entsprang der Überlegung, daß beim Bogenwechsel Verschiebungen am Instrument vorkommen, ferner daß durch ungleichmäßiges Aufspannen Sprünge in den Korrektionen eintreten können. Der Unterschied der Korrektion zweier aufeinander folgenden Wochen betrug aber sehr selten mehr als 0.1°. Seit Mitte 1905 wurde die Korrektion fast durchgehends auf 0.0 gehalten.

Es wäre nicht unmöglich, daß die Korrektionen einen wöchentlichen Gang zeigten, hervorgerufen entweder durch ungleichmäßige Teilung auf den Registrierbögen oder auch durch Schiefe der Axe der Registriertrommel. Die Untersuchungen, welche sich auf eine Reihe von Monaten verschiedener Jahre erstreckten, ergaben jedoch, daß solche Fehler, wenn sie überhaupt vorhanden waren, sich auf weniger als 0.05° beim Thermographen und weniger als 0.05 mm bei Barographen beliefen. Sie sind also nicht berücksichtigt worden.

Bedeutend mehr Schwierigkeiten machte es, wenn — wie es bis Mitte 1905 meist der Fall war — die Teilung der Registrierstreifen nicht mit der Empfindlichkeit der Registrierung übereinstimmte. Die Korrektion mußte hier nach der Formel $t = aT + b$ bestimmt werden, wo t am Thermometer, T am Thermographen abgelesen war. Beim Thermographen, dessen Empfindlichkeit sich nicht von selbst änderte, wurde a auf graphischem Wege ermittelt: Es wurden in ein Koordinatennetz, dessen Ordinate die am Thermometer (t), dessen Abszisse die am Thermographen (T) abgelesene Werte darstellte, die Beobachtungen eines

Digitized by Google

Zeitabschnittes als Punkte eingetragen. Die Neigung der nach Augenmaß gezogenen Mittellinie ergab den Parswert a des Thermographen. Dieser Faktor wurde aus mehreren Diagrammen, die verschiedenen aufeinanderfolgenden Zeitabschnitten (Wochen, halben Monaten) angehörten, als Mittel der Einzelwerte bestimmt und mit ihm alle beobachteten T auf Celsiusgrade reduziert. b ergab sich dann in wochenweiser Zusammenfassung als Mittel aller Differenzen $t - aT$. Zur Redaktion der abgelesenen Werte wurde dann die Linie $t = aT + b$ in ein Koordinatennetz mit t und T als Koordinaten eingetragen und nach diesem Schema jeder einzelne Wert übertragen.

Kontrollbeobachtungen der Temperatur im Januar 1906.

Datum	Zeit	Thermometer	Thermograph	Korrekt. des Thermograph.	Mittel der Woche	Dat.	Zeit	Thermometer	Thermograph	Korrekt. des Thermograph.	Mittel der Woche
2	8a 25	27.7	27.8	− 0.1		16	8a 20	26.7	26.8	− 0.1	
3	6a 58	23.9	23.9	00		17	7a 25	27.9	27.9	0.0	
4	8a 15	28.6	28.5	+ 0.1		18	7a 15	27.1	27.0	+ 0.1	
5	6a 55	25.0	25.0	00	− 0.03	19	6a 52	25.4	25.4	0.0	+ 0.03
6	8a 10	27.7	27.8	− 0.1		20	7a 5	26.3	26.2	+ 0.1	
7	7a 20	27.7	27.7	0.0		21	7a 35	26.4	26.4	0.0	
8	7a 48	27.9	28.0	− 0.1		22	7a 12	27.5	27.4	+ 0.1	
8	11a 50	31.4	31.5	− 0.1		22	4p 30	30.4	30.3	+ 0.1	
8	2p 15	30.4	30.3	+ 0.1		23	6a 43	24.9	24.8	+ 0.1	
9	7a 20	28.3	28.2	+ 0.1		24	7a 10	25.6	25.4	+ 0.2	
10	7a 38	26.6	26.5	+ 0.1		25	7a 24	25.8	25.6	+ 0.2	
10	2p 40	29.8	29.9	− 0.1		26	7a45	25.6	25.5	+ 0.1	+ 0.07
11	6a 55	25.9	25.9	0.0		27	6a 45	24.4	24.5	− 0.1	
11	10a 10	29.0	29.0	0.0	− 0.03	28	7a 56	27.0	27.0	0.0	
11	0p 5	28.7	28.8	− 0.1		29	7a 20	24.5	24.5	0.0	
12	6a 55	25.4	25.5	− 0.1							
13	7a 33	27.4	27.5	− 0.1							
14	7a 46	27.6	26.8	− 0.1							
15	7a 0	25.1	25.2	− 0.1							

Digitized by Google

Die Figur 14a und b und die folgende Tabelle sollen das Gesagte veranschaulichen und zugleich ein Urteil über die erreichte Genauigkeit gewähren.

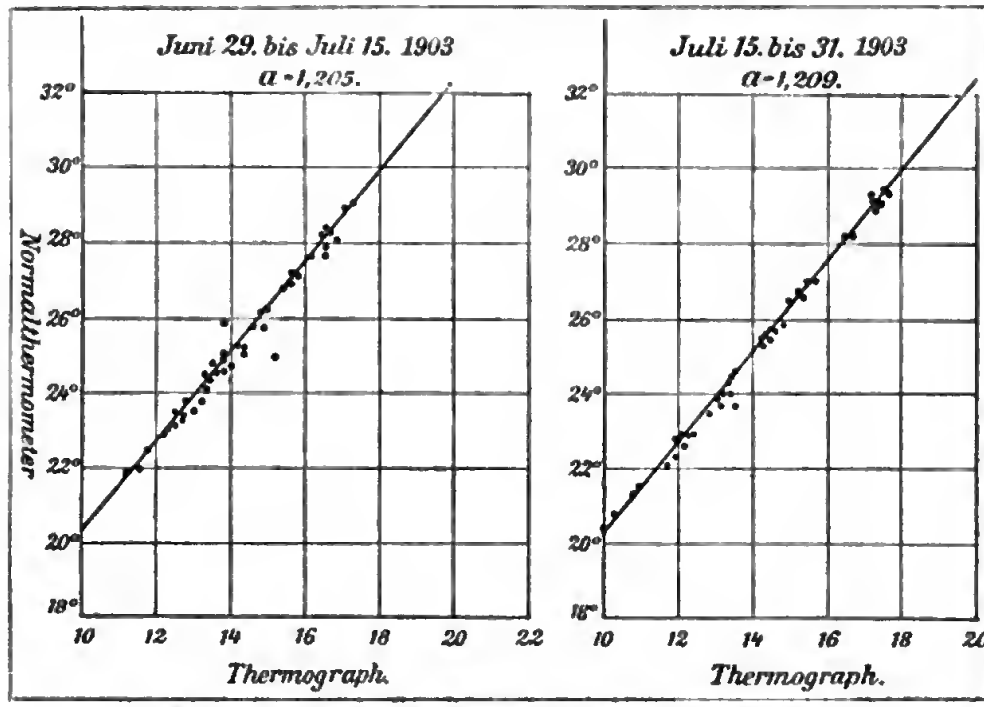


Fig. 14a. Graphische Ermittelung der Thermographenkorrektion.

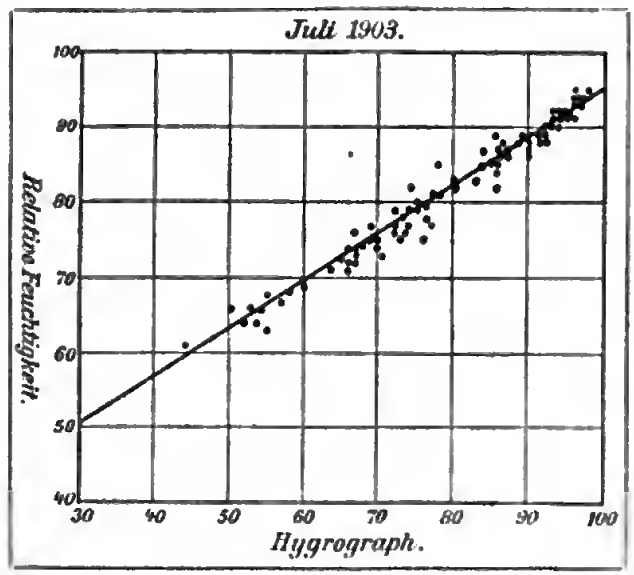


Fig. 14b. Graphische Ermittelung der Hygrographenkorrektion.

Beim Hygrographen wurde ein ähnliches aber einfacheres Verfahren eingeschlagen: Die Reduktion wurde direkt nach der graphischen Darstellung der berechneten und der abgelesenen Werte vorgenommen. Hierbei kam es bisweilen vor, daß die entstehende Kurve nicht linear war.

Nach dieser Methode wurde die Genauigkeit von 0.1° bis 0.2° beim Thermographen in den Einzelwerten durchgehends erreicht. Im Monat März 1905 waren zwei Thermographen in Tätigkeit, an denen während des Monats

Reduktion des Thermographen „Richard".

vom 1. bis 31. Juli 1903.

a wurde ermittelt:
vom 1. bis 15. Juli: 1.205
vom 15. bis 31. Juli: 1.209
Mittel: 1.206

Formel: $t = aT + b$

Dat.	t beob.	aT	b	Wochen Mittel b	T reg.	Dat.	t beob.	aT	b	Wochen Mittel b	T reg.
1 7a	23.5	15.1	+8.4		12.5	17	23.7	15.8	+7.9		13.1
2p	26.2	18.0	+8.2		14.9		28.2	20.2	+8.0		16.7
9p	25.1	16.7	+8.4		13.8		24.0	16.0	+8.0		13.3
2 7a	27.2	18.8	+8.4		15.6	18	26.6	18.5	+8.1		15.3
2p	28.2	19.8	+8.4		16.4		28.9	20.8	+8.1		17.2
9p	24.9	16.7	+8.2		13.8		25.7	17.5	+8.2		14.5
3	24.8	16.3	+8.5		13.5	19	25.5	17.1	+8.4		14.2
	26.9	18.8	+8.1		15.6		28.2	19.8	+8.4		16.4
	23.1	15.1	+8.0		12.5		23.7	15.7	+8.0		13.0
4	24.5	16.0	+8.5		13.3	20	24.6	16.3	+8.3	+8.2	13.5
	28.5	20.3	+8.2		16.8		29.4	21.2	+8.2		17.6
	23.8	15.9	+7.9		13.2		23.5	15.4	+8.1		12.8
5	25.0	18.3	+6.7?		15.2	21	22.8	14.4	+8.4		11.9
	27.7	19.9	+7.8		16.5		28.2	19.8	+8.4		16.4
	24.7	16.9	+7.8		14.0		22.1	14.1	+8.0		11.7
6	23.3	15.3	+8.0	+8.2	12.7	22	20.8	12.3	+7.9		10.2
	25.8	18.0	+7.8		14.9		27.0	18.6	+8.4		15.4
	24.6	16.7	+7.9		13.8		21.3	13.0	+8.3		10.8
7	24.5	21.6	+7.9		17.9	23	20.4	11.9	+8.5		9.9
	28.9	20.5	+8.4		17.0		26.7	18.3	+8.4		15.2
	26.8	18.6	+8.2		15.4		22.6	14.6	+8.0		12.1
8	24.6	16.4	+8.2		13.6	24	21.5	13.2	+8.3		10.9
	28.4	19.9	+8.5		16.5		27.6	19.3	+8.3		16.0
	22.5	14.4	+8.1		11.8		22.9	14.7	+8.2		12.2
9	21.9	13.5	+8.4		11.2	25	22.3	14.4	+7.9		11.9
	28.3	20.0	+8.3		16.6		28.2	19.9	+8.3		16.5
	23.0	14.8	+8.2		12.3		22.6	14.6	+8.0		12.1
10	23.5	15.2	+8.3		12.6	26	24.3	16.0	+8.3		13.3
	27.1	19.1	+8.0		15.8		28.9	20.8	+8.1		17.2
	25.3	17.0	+8.3		14.1		25.3	17.1	+8.2		14.2
11	23.4	15.3	+8.1		12.7	27	23.9	15.7	+8.2	+8.2	13.0
	27.9	19.9	+8.0		16.5		29.1	20.9	+8.2		17.3
	23.5	15.7	+7.8		13.0		24.0	15.9	+8.1		13.2
12	22.0	13.9	+8.1		11.5	28	25.6	17.3	+8.3		14.3
	28.1	20.3	+7.8		16.8		29.8	17.9	+ ?		14.8
	25.1	17.3	+7.8		14.3		25.3	17.2	+8.1		14.2
13	24.0	15.9	+8.1	+8.1	13.2	29	22.9	14.8	+8.1		12.3
	28.5	20.3	+8.2		16.8		29.3	20.6	+8.7?		17.1
	25.8	17.6	+8.2		14.6		25.5	17.4	+8.1		14.4
14	26.2	17.9	+8.3		14.8	30	26.5	18.0	+8.5		14.9
	29.1	20.6	+8.5		17.2		29.4	21.1	+8.3		17.5
	24.4	16.2	+8.2		13.4		25.9	17.9	+8.0		14.8
15	23.9	15.4	+8.5		12.8	31	24.5	16.2	+8.3		13.4
	28.8	20.5	+8.3		17.0		27.0	18.8	+8.2		15.6
	22.9	14.7	+8.2		12.2		24.0	16.0	+8.0		13.3
16	22.9	14.6	+8.3		12.1						
	29.1	20.8	+8.3		17.2						
	25.7	17.4	+8.3		14.4						

Digitized by Google

verschiedentlich Änderungen der Korrektionen und der Empfindlichkeit vorgenommen wurden, sodaß dieser Monat wohl der ungünstigste von allen gewesen ist, zumal der Gehilfe noch nicht die später erreichte Übung im Ablesen hatte.

Dennoch unterscheidet sich das Monatsmittel nach beiden Instrumenten nur um weniger als 0.1°.

Sogar die Extreme der Registrierung stimmen auffallend mit den am Extremthermometer abgelesenen überein, wie einige zu andern Zwecken ausgerechnete Vergleiche beweisen. Als mittleres Maximum für den Januar 1906 wurde nach dem Maximumthermometer . . . . . 30.50 berechnet,
die Registrierung gab 30.45
Im Juli 1906 gab das Maximumthermometer 28.60
die Registrierung 28.46

Ebensogut stimmen die Minimal-Temperaturen nach Beobachtung und Registrierung überein.

Im Januar 1906 gab das Minimum-Thermometer 24.60
die Registrierung 24.30
Im Juli 1906 gab das Minimum-Thermometer 22.40
die Registrierung 22.35

Weitere Kontrollrechnungen sind nach diesen Stichproben nicht vorgenommen worden. In der von Dr. Tetens erfolgenden Bearbeitung der Terminbeobachtungen wird Näheres mitgeteilt werden.

Bei diesen Ausführungen über die Berechnung der Registrierungen sind wir in etwas außergewöhnlichem Maße auf Einzelheiten eingegangen, um demjenigen, welcher diese Resultate benutzen will, eine Kritik über die Zuverlässigkeit der gegebenen Zahlenwerte zu ermöglichen. Leider wird das bei vielen Observatorien versäumt.

In den Tabellen der relativen Feuchtigkeit konnten die Einzelwerte jedoch nicht immer auf die angestrebte Genauigkeit von 1 bis 2 % gebracht werden wegen der schon beschriebenen Änderungen in der Empfindlichkeit. Wo Ungenauigkeiten über 5 % zu erwarten sind, haben wir auf die Auswertung überhaupt verzichtet. Den Monatsmitteln liegt in diesem Falle weniger als ein ganzer Monat zu Grunde. In den Jahren 1903 und 1904 fehlen sogar 4 ganze Monate und unglücklicherweise gerade beide Male März und April.

In den übrigen Registrierungen der relativen Feuchtigkeit befinden sich folgende Lücken:

1905.	November	27. bis 30.
	Dezember	18. bis 30.
1906.	Januar	6. bis 15.
	Februar	19. bis 28.
	März	1. bis 27.

Digitized by Google

In der Registrierung der Temperatur befinden sich nur ganz ausnahmsweise Lücken. Wenn es sich nur um einige Stunden handelte, sind die Werte graphisch oder geradlinig interpoliert, was in den Monatstabellen am Schlusse dieser Abhandlung durch kursive Lettern äußerlich gekennzeichnet ist.

C. Ergebnisse der Registrierungen der Temperatur.

Temperatur und Luftdruck haben in Samoa einen so regelmäßigen Verlauf, daß sich ihre Darstellungen direkt als Schulbeispiele für eine ozeanische Tropenstation verwenden lassen. Das gilt, wie zu zeigen ist, sowohl für den jährlichen, als auch für den täglichen Gang.

Den jährlichen Gang der Temperatur zeigt folgende Tabelle:

Monatsmittel der Lufttemperatur.

	1902	1903	1904	1905	1906	Mittel 1903—1906	Mittlere Veränderlichkeit 1903—1906
Januar . . .		25.58	25.24	26.42	27.30	*26.14*	0.72
Februar . .		26.27	25.60	26.78	26.91	26.39	0.46
März . . .		26.79	25.60	26.51	26.86	26.44	0.42
April . . .		26.26	25.55	26.08	26.81	26.18	0.36
Mai		26.10	25.66	25.46	26.05	25.82	0.26
Juni . . .		26.06	25.45	24.95	25.56	25.50	0.30
Juli		25.31	24.80	24.90	25.24	*25.06*	0.21
August . .		25.76	24.99	24.82	25.61	25.30	0.39
September .		25.32	25.43	25.09	25.89	25.43	0.23
Oktober . .		25.92	26.17	25.94	25.97	26.00	0.08
November .	(26.80)	25.74	26.50	25.89	25.77	25.98	0.26
Dezember .	(26.82)	25.93	26.75	25.95	26.34	26.24	0.30
Jahr . . .		25.92	25.64	25.73	26.19	25.87	0.18
Passat-Monate		25.74	25.42	25.19	25.72	25.52	
Regen-Monate		26.10	25.86	26.27	26.66	26.22	

Mittlere Veränderlichkeit:

Mittel aller Monate: 0.33.

Passat-Monate: 0.24 Regen-Monate: 0.42

Digitized by Google

Die Temperatur zeigt in diesen vierjährigen Beobachtungen schon deutlich den nach der geographischen Lage zu erwartenden jährlichen Gang. Bei einer Breite von beinahe 14° Süd erreicht die Sonne das Zenith am 30. Oktober und am 13. Februar. Mit einmonatlicher Verzögerung erscheint ein sekundäres Maximum im Dezember und das Hauptmaximum im März. Im Juli, einen Monat nach dem tiefsten Sonnenstande, ist die Temperatur am niedrigsten. Im Mittel beträgt sie 25.9°, die jährliche Schwankung des Monatsmittels ergibt sich als nur 1.38°.

Dieser geringen jährlichen Schwankung entspricht auch die mittlere Veränderlichkeit der Monatsmittel, welche als Mittel der Abweichungen der vier Einzelwerte von ihrem vierjährigen Mittelwerte ohne Rücksicht auf das Vorzeichen berechnet worden ist. Sie ist im Mittel aller Monate 0.33.

Die Fechner'sche Formel [1]) gestattet hieraus den wahrscheinlichen Fehler der berechneten Monatsmittel zu bestimmen. Er ist

$$= \frac{1.1955}{\sqrt{2n-1}} \times v,$$

wo v die mittlere Veränderlichkeit, n die Anzahl der beobachteten Fälle bedeutet. Es ergibt sich ein wahrscheinlicher Fehler von 0.15° für die einzelnen Monate, hingegen von nur 0.08° für das Jahresmittel. Es ist jedoch anzunehmen, daß sich die obige mittlere Veränderlichkeit bei Berücksichtigung weiterer Jahre als noch zu hoch erweisen wird.

Zur weiteren Orientierung über die klimatischen Eigentümlichkeiten dient die folgende Tabelle, welcher ebenfalls 4 Jahre zu Grunde liegen.

Temperatur-Schwankung.

1903—1906	Absolutes		Monatliche Schwankung	
	Max.	Min.	Absolute	Mittlere
Januar .	31.9	20.5	11.4	10.10
Februar .	32.5	20.5	12.0	9.87
März . .	32.3	21.9	10.4	9.23
April . .	32.1	21.9	10.2	9.38
Mai . . .	32.5	19.6	12.9	10.73
Juni . .	31.4	18.9	12.5	10.57
Juli . .	30.3	18.5	11.8	9.92
August .	30.4	17.5	12.9	10.30
September	30.6	19.0	11.6	10.30
Oktober .	31.1	19.8	11.3	9.77
November	32.8	19.8	13.0	10.72
Dezember	32.3	20.4	11.9	10.14
Absolut .	32.8 (Nov.03)	17.5 (Aug.05)	15.3	10.08 (Jahresm.)

Mittlere tägliche Schwankung.

1903—1906	Aperiodisch.	Periodisch.	$2r_1$
Januar . .	6.20	4.22	4.30
Februar .	6.08	4.14	4.36
März . .	5.88	4.31	4.50
April . .	5.92	4.35	4.48
Mai . . .	6.63	5.16	5.24
Juni . . .	6.31	4.75	4.78
Juli . . .	6.47	4.87	4.96
August . .	5.90	4.27	4.22
September	6.59	5.11	5.12
Oktober .	6.64	4.94	5.12
November .	6.32	4.55	4.58
Dezember .	6.42	4.65	4.62
Jahr . . .	6.28	4.60	4.68

1) J. Hann's Lehrbuch 1901. S. 107.

Digitized by Google

Als absolute Schwankung ergibt sich also 15.3°, während die mittlere Schwankung innerhalb eines Monats (vierjährige Mittel der absoluten Schwankung innerhalb eines jeden Monats) 10.1° beträgt. Bemerkenswert ist, daß innerhalb des Jahres keine Periodizität der monatlichen Schwankungen zu bemerken ist. Maxima und Minima ändern sich gleichmäßig und zwar etwas stärker als die mittlere Temperatur.

Die höchste Temperatur von 32.8° wird in Deutschland oft übertroffen, während der niedrigste Stand, 17.5°, dem Monatsmittel des Juli in Westdeutschland entspricht.

Übergehend zu der täglichen Temperaturschwankung, erinnern wir an den Unterschied zwischen unperiodischer und periodischer Schwankung. Unter unperiodischer Schwankung versteht man die Differenzen der Extreme, hier der registrierten Extreme, von denen nachgewiesen wurde, daß sie mit den direkt an Extremthermometern beobachteten übereinstimmten. Die periodische Schwankung ist die Differenz des höchsten und niedrigsten Stundenmittelwertes, welche, wie oben ausgeführt ist, vielleicht um einen systematischen Fehler zu klein sein kann, der jedoch unter 0.05° bleibt. Von beiden Größen werden hier Monatsmittel nach 4-jährigen Beobachtungen gegeben.

Die Differenz zwischen periodischer und unperiodischer täglicher Schwankung, ist in Apia verhältnismäßig groß, 1.7°; sie schwankt zwischen 1.5° und 2.0° in den verschiedenen Monaten. Im Vergleich mit den von J. Hann vor einigen Jahren herausgegebenen Sammlung der Temperaturbeobachtungen in tropischen Stationen [1]) ergeben sich wichtige Anhaltspunkte für die Abhängigkeit dieser Größen von der Lage des Beobachtungsortes, auf welche näher einzugehen hier aber zu weit führen würde.

Es soll nur noch auf die letzte Kolumne der obigen Tabelle hingewiesen werden, welche einen interessanten Vergleich gestattet zwischen der periodischen Temperaturschwankung und der (doppelten) Amplitude des ersten Gliedes der harmonischen Analyse des täglichen Temperaturganges. Die beiden Zahlenreihen weisen eine bemerkenswerte Übereinstimmung auf. Die harmonische Amplitude ist hier sogar etwas größer als die periodische Schwankung, während an andern Observatorien meist das Entgegengesetzte gefunden wurde.

Es ist dieser Hinweis ein Beitrag zu der umstrittenen Frage, wieweit man Urteile über den täglichen Gang der Temperatur auf Grund der harmonischen Konstanten ziehen darf.

Bei Besprechung des jährlichen Ganges der Temperatur fanden wir eine geringe aber deutliche Parallelität zwischen Sonnenstand und Monatsmittel. Die intensivere Sonnenstrahlung bei hohem Sonnenstande (November bis März) müßte auch eine Vergrößerung der täglichen Temperaturschwankung zur Folge haben. Die mitgeteilten Beobachtungen zeigen aber beinahe das Gegenteil: Eine größere

1) J. Hann: Täglicher Gang der Temperatur in der Tropenzone. Wien. 1905.

Digitized by Google

Schwankung im Winter (Passatzeit), eine geringere im Sommer (Regenzeit). (S. Fig. 15).

Die Ursache dieses Widerspruches ist natürlich die jährliche Periode der Bewölkung und des Regens, welche beide ein Maximum in der Regenzeit haben und dadurch der Vergrößerung der Temperaturschwankung entgegenwirken.

Es soll im Folgenden versucht werden, diese drei Einflüsse auf die tägliche Temperaturschwankung zu trennen, soweit es die Kürze der Beobachtungszeit (2 Jahre) zuläßt. Wir benutzen dazu die nach den Registrierungen der Sonnenscheindauer in den Jahren 1905 und 1906 auf dem angegebenen Wege (s. S. 50 bis 52) berechneten Bewölkungsgrade, die Anzahl der Regentage derselben Jahre und die Monatsmittel der unperiodischen täglichen Temperaturschwankung, ebenfalls von 1905 und 1906, welch letztere von allen Monaten hier nochmals mitgeteilt seien.

Tägliche Temperaturschwankung
(Differenz der registrierten Extreme).

	1902	1903	1904	1905	1906	Mittel
Januar . . .		6.84	5.86	5.96	6.16	6.20
Februar . . .		6.84	5.74	5.51	6.25	6.08
März		6.13	6.32	5.59	5.46	*5.88*
April		6.28	5.66	5.92	5.84	5.92
Mai		7.43	5.91	7.17	6.01	**6.63**
Juni		6.41	6.78	6.26	5.80	6.31
Juli		6.70	7.12	5.94	6.11	6.47
August . . .		6.42	6.16	5.94	5.08	*5.90*
September . .		7.09	6.06	6.91	6.30	6.59
Oktober . . .		6.46	6.54	7.24	6.32	**6.64**
November . .	6.41	5.73	6.85	6.62	6.00	6.32
Dezember . .	7.20	6.44	6.29	6.59	5.60	6.42
Jahr		6.56	6.27	6.29	5.91	**6.28**
Passat-Zeit .		6.75	6.43	6.58	5.93	6.42
Regen-Zeit . .		6.38	6.12	6.00	5.89	6.14

Es kommt uns nicht darauf an, die bestehenden Beziehungen scharf abzuleiten, sondern wir wollen zeigen, auf wie einfachem Wege man die Einflüsse des Regens und der Bewölkung auf den Temperaturgang eliminieren kann. Dabei genügt es

Digitized by Google

bei Reduktion auf mittlere Bewölkungs- und Regenverhältnisse lineare Abhängigkeit anzunehmen und den reduzierten täglichen Gang τ_0 zu definieren als

$$\tau_0 = \tau + a(w-5) + b(n-15),$$

wo τ die beobachtete unperiodische Schwankung, w die Bewölkungsziffer (0—10), n die Anzahl der Regentage ist.

Die zu einander in Beziehung zu setzenden Größen lauten dann:

	1905			1906		
	Mittlere Bewölkung	Unperiodische Temperat.-Schwankg.	Anzahl der Regentage	Mittlere Bewölkung	Unperiodische Temperat.-Schwankg.	Anzahl der Regentage
Januar	5.54	5.96	22	4.94	6.16	18
Februar	5.99	5.51	15	5.73	6.25	18
März	5.70	5.59	19	5.14	5.46	24
April	5.16	5.92	19	4.38	5.84	23
Mai	3.88	7.17	7	5.49	6.01	16
Juni	4.38	6 26	11	6.06	5.80	19
Juli	5.60	5.94	10	5.02	6.11	17
August	5.57	5.94	13	5.57	5.08	20
September	4.59	6.91	10	3.52	6.30	14
Oktober	3.42	7.24	14	4.44	6.32	20
November	5.12	6.62	14	5.48	6.00	21
Dezember	5.74	6.59	19	5.80	5.60	25

Der wichtigste Einfluß ist der der Bewölkung. Man kann ihn am einfachsten so erhalten, daß man die Differenzen der Bewölkungsgrade und der Temperaturamplitude in demselben Monate beider Jahre bildet; also für Januar $w_{05} - w_{00}$ und $\tau_{00} - \tau_{05}$ u. s. f. Der mittlere Quotient $\frac{dw}{d\tau}$ liefert den Faktor a, im Jahresmittel $= 0.67$. Auf gleichem Wege findet man $b = 0.05$.

Die oben bei der Diskussion der Sonnenscheindauer abgeleiteten Zusammenhänge zwischen der Bewölkung eines Tages und der Temperaturschwankung desselben Tages lassen sich auf Monatsmittel beider Größen, welche hier einstweilen allein betrachtet werden, nicht anwenden, weil dort ein Verlauf nach einer Kurve höheren Grades gefunden wurde. Die linear gemittelten Werte befolgen einen ganz anderen Zusammenhang, welcher zwar nicht so exakt diskutierbar ist, aber doch innerhalb geringer Grenzen als linear betrachtet werden darf.

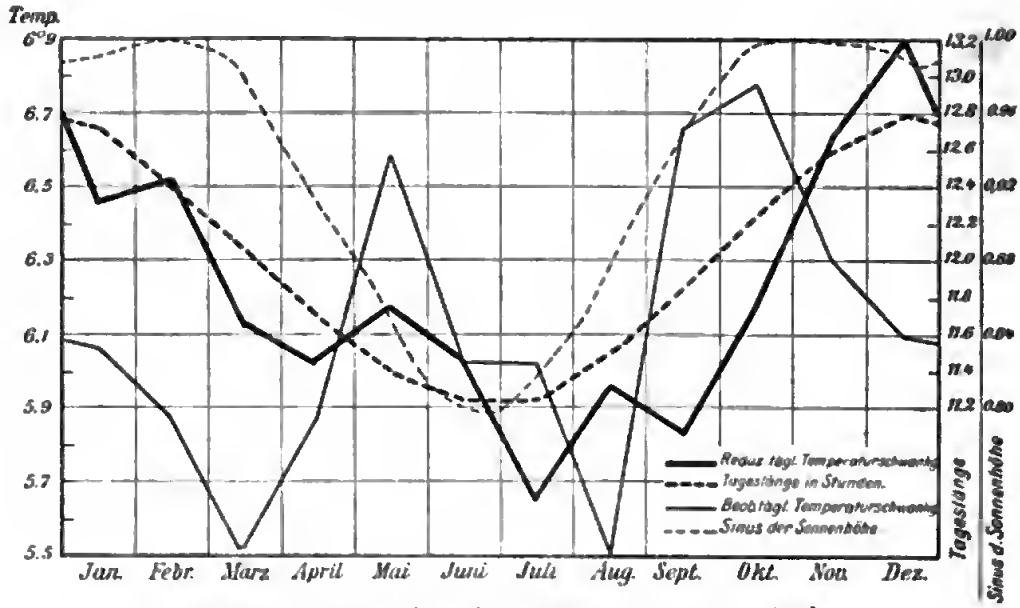


Fig. 15. Jährlicher Gang der täglichen Temperaturamplitude.

Die auf die eben angegebene Weise berechneten r_0 stimmen einerseits besser unter einander überein, was aber eine Folge der Methode sein kann, nach welcher a und b bestimmt wurden. Weiterhin zeigen sie einen ausgesprochenen jährlichen Verlauf in dem zu erwartenden Sinne, was in dieser Methode keinesfalls seine Begründung haben kann, da zur Ermittelung von a und b nur die Differenz gleichnamiger Monate verwandt sind.

Reduzierte tägliche Temperaturschwankung.

	1905	1906	Mittel
Jannar .	6.66	6.27	6.46
Februar .	6.16	6.87	6.52
März . .	6.25	6.00	6.12
April . .	6.22	5.84	6.03
Mai . .	5.99	6.38	6.18
Juni . .	5.66	6.39	6.02
Juli . .	5.28	6.22	*5.65*
August .	6.21	5.70	5.96
September	6.39	5.27	5.83
Oktober .	6.16	6.21	6.18
November	6.65	6.61	6.63
Dezember	7.17	6.62	**6.90**

Ohne irgend eine Ausgleichung tritt hier die jährliche Periode hervor mit einem Maximum in der Regenzeit und mit einem Minimum in der Passatzeit. Als Mittel der Regenmonate ergibt sich 6.44, der Passatmonate 5.97.

Digitized by Google

Die nebenstehende Figur 15 veranschaulicht in den ausgezogenen Kurven den Verlauf der beobachteten und der reduzierten Temperaturschwankung.

Zugleich sind in gestrichelten Kurven einmal der Sinus der Höhe der Sonne und weiter die Tageslänge graphisch dargestellt. Man hat in höheren Breiten einen Parallelismus mit jedem von beiden behauptet und auch theoretische Begründungen gefunden. Diese tropische Station eignet sich vorzüglich zur Entscheidung der Frage, da die Zenithdistanz zwei Maxima, die Tageslänge hingegen nur eins hat. Aus der Figur geht deutlich hervor, daß der Zusammenhang der Temperaturschwankung mit der Tageslänge überwiegt. Ihre fett gestrichelte Kurve könnte fast für den ausgeglichenen Verlauf der Temperaturschwankung gehalten werden.

So hat denn diese einfache Rechnung gezeigt, daß die Reduktion

$$\tau_0 = \tau + 0.67\,(w - 5) + 0.05\,(n - 15)$$

in Samoa einige Berechtigung hat. Und es wäre erwünscht, sie daraufhin an vermehrtem Materiale nnd mit Benntzung der einzelnen Tagesbeobachtungen auszuführen.

Die tägliche Periode der Lufttemperatur.

Es wird vielleicht bei manchem Leser Bedenken erregeu, wenn wir eine Diskussion der täglichen Periode der Lufttemperatur auf Stundenmittelwerte begründen. Dem gegenüber machen wir auf die Ausführungen, anf Seite 60 u. f. anfmerksam, wo nachgewiesen war, daß die dadurch hervorgerufenen Unterschiede gegen die Auswertung der Kurven nach Stundenmomentanwerten weit nnter 0.05° bleiben, sodaß bei den sonst vorhandenen Ungenauigkeiten diese Verschiedenheit garnicht ins Gewicht fällt.

Im Gegenteil läßt sich ohne Weiteres ersehen, daß der zufällige Fehler der einzelnen Stundenmittel bedeutend geringer ist als der zufällige Fehler der Momentanablesungen, in welche kurze Schwanknugen in vollem Betrage eingehen. Durch die Einführung der Stundenmittelwerte bei der Auswertung von Registrierungen wird man deshalb mit einer geringeren Zahl von Beobachtungen zuverlässigere Mittelwerte bekommen. Außerdem ist die rein technische Arbeitsleistuug unseres Erachtens geringer, sodaß eine allgemeine Durchführung sehr zu empfehlen ist.

Das Minimum der Temperatur liegt dicht vor Sonnenanfgang, also zwischen 5 und 6 Uhr. Nur in den Monaten November und Dezember macht sich die längere Tagesdaner bemerkbar. Der Temperatnranstieg ist steil, solange der Seewind noch schwach entwickelt ist. Die Kurve erreicht jedoch ihren höchsten Stand schon gleich nach Mittag, weil der stärker gewordene Seewind ein weiteres Ansteigeu der Temperatur hindert. Insofern fällt das Maximum auf dem Lande mit dem über den Ozeanen zeitlich zusammen.

Digitized by Google

Mittlere Stundenwerte der Temperatur.

	Vormittag										
	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12
Januar	−1.63	−1.79	−1.89	−1.96	−2.10	*−2.11*	−1.71	−0.56	+0.85	+1.47	+1.75	+2.00
Februar	−1.57	−1.67	−1.86	−1.98	−2.02	*−2.08*	−1.81	−0.74	+0.79	+1.58	+1.92	+2.06
März	−1.60	−1.74	−1.86	−1.96	−2.04	*−2.08*	−1.88	−1.06	+0.53	+1.57	+1.92	+2.08
April	−1.61	−1.71	−1.81	−1.87	−1.96	*−2.03*	−1.87	−1.09	+0.54	+1.61	+2.09	+2.23
Mai	−1.81	−1.91	−2.07	−2.16	−2.26	*−2.36*	−2.25	−1.48	+0.45	+1.79	+2.44	+2.64
Juni	−1.62	−1.75	−1.84	−1.94	−2.02	*−2.05*	−2.01	−1.32	+0.50	+1.80	+2.46	+2.66
Juli	−1.76	−1.79	−1.93	−2.04	−2.09	*−2.11*	−2.06	−1.44	+0.22	+1.53	+2.30	+2.60
August	−1.40	−1.53	−1.70	−1.82	−1.90	*−1.96*	−1.88	−1.12	+0.39	+1.35	+1.96	+2.25
September . . .	−1.79	−1.93	−2.14	−2.29	−2.38	*−2.43*	−2.07	−0.91	+0.85	+2.00	+2.43	+2.63
Oktober	−1.99	−2.17	−2.34	−2.38	−2.39	*−2.40*	−1.76	−0.35	+1.18	+2.02	+2.46	+2.50
November . . .	−1.74	−1.90	−2.09	−2.20	*−2.32*	−2.30	−1.57	−0.10	+1.32	+1.85	+2.11	+2.19
Dezember . . .	−1.67	−1.81	−2.10	−2.23	*−2.33*	−2.30	−1.69	−0.21	+1.32	+1.87	+2.13	+2.24
Jahr	−1.68	−1.81	−1.97	−2.07	−2.15	*−2.19*	−1.88	−0.86	+0.74	+1.70	+2.16	+2.34
Passatzeit . . .	−1.73	−1.85	−2.00	−2.10	−2.17	*−2.22*	−2.00	−1.10	+0.60	+1.75	+2.34	+2.55
Regenzeit . . .	−1.64	−1.77	−1.94	−2.03	−2.13	*−2.16*	−1.76	−0.63	+0.89	+1.66	+1.99	+2.13

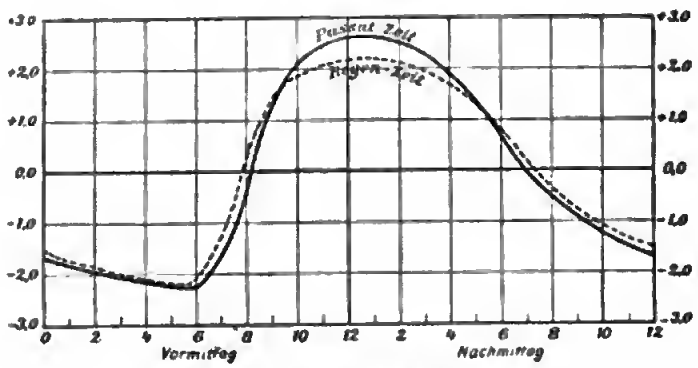


Fig. 16. Täglicher Temperaturgang.

Wie schon näher ausgeführt, ist in der Regenzeit die Amplitude kleiner. Aus der Figur 16 ist ersichtlich, daß der Temperaturanstieg — dem Sonnenaufgange entsprechend — etwas eher einsetzt; die Temperatur bleibt dann noch bis $9^1/_2$ Uhr höher als in der Passatzeit. Dann aber erscheinen Wolken, die meist

(Differenzen gegen das Mittel). 1902/1906.

Nachmittag												Mittel	Max.	Min.
0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12			
+2.08	+2.08	+1.98	+1.76	+1.50	+1.20	+0.65	+0.08	−0.50	−0.87	−1.09	−1.25	26.14	29.42	23.22
+2.03	+2.04	+2.02	+1.89	+1.57	+1.23	+0.67	−0.00	−0.53	−0.90	−1.21	−1.36	26.39	29.66	23.75
+2.23	+2.22	+2.20	+2.04	+1.65	+1.23	+0.59	−0.01	−0.58	−0.88	−1.22	−1.42	26.44	29.62	23.75
+2.32	+2.28	+2.22	+1.95	+1.56	+1.05	+0.37	−0.22	−0.66	−0.95	−1.20	−1.42	26.18	29.41	23.49
+2.75	+2.80	+2.66	+2.41	+1.87	+1.37	+0.38	−0.35	−0.82	−1.10	−1.43	−1.63	25.82	29.39	22.76
+2.70	+2.61	+2.39	+2.03	+1.56	+0.94	+0.11	−0.44	−0.80	−1.06	−1.27	−1.48	25.50	28.87	22.56
+2.76	+2.75	+2.50	+2.14	+1.71	+1.22	+0.42	−0.16	−0.73	−1.05	−1.38	−1.57	25.06	28.52	22.05
+2.31	+2.30	+2.14	+1.87	+1.43	+0.91	+0.24	−0.28	−0.62	−0.87	−1.09	−1.22	25.30	28.45	22.55
+2.68	+2.60	+2.45	+2.15	+1.62	+1.08	+0.39	−0.09	−0.61	−1.05	−1.36	−1.56	25.43	28.88	22.29
+2.54	+2.52	+2.30	+1.99	+1.54	+1.10	+0.44	−0.15	−0.68	−1.01	−1.34	−1.64	26.00	29.48	22.84
+2.21	+2.11	+1.99	+1.82	+1.42	+1.03	+0.43	−0.11	−0.59	−0.92	−1.22	−1.41	26.14 [1]	29.53	23.21
+2.35	+2.24	+2.01	+1.72	+1.38	+1.00	+0.42	−0.09	−0.63	−0.95	−1.24	−1.48	26.36 [1]	29.81	23.39
+2.41	+2.38	+2.24	+1.98	+1.57	+1.11	+0.43	−0.15	−0.65	−0.97	−1.25	−1.45	25.90 [1]	29.25	22.97
+2.62	+2.60	+2.41	+2.10	+1.62	+1.10	+0.33	−0.24	−0.71	−1.02	−1.31	−1.52	25.52	28.93	22.51
+2.20	+2.16	+2.07	+1.86	+1.51	+1.12	+0.52	−0.06	−0.58	−0.91	−1.20	−1.39	26.28 [1]	29.25	23.44

von der See her wehenden Winde worden stärker, sodaß nach 9½ Uhr die Temperatur nnr noch um ½° steigt.

Eine nachmittägige Temperatnrdepression, hervorgerufen durch Sommerregen, macht sich in Samoa im Mittel nicht bemerkbar. Von Sonnenuntergang an, also in der Passatzeit früher, in der Regenzeit später beginnend, fällt die Temperatnrkurve stärker nnd nähert sich scheinbar asymptotisch einer horizontalen Linie, welche sie jedoch bis zum Sonnenaufgang noch lange nicht erreicht hat.

Der Charakter des täglichen Temperaturganges als Tagesphänomen geht ans der Figur 16 hervor; nnd wenn wir in Folgendem die harmonischen Konstanten der ersten drei Glieder für den täglichen Tomperaturgang angeben, so sind wir uns darüber klar, daß eino strenge physikalische Bedentung der einzelnen Größen nicht existiert. Immerhin kann man mit diesen Zahlen die Erscheinung am besten charakterisieren und — frei von subjektiven Eigenmächtigkeiten — Zusammenhänge mit andern geophysikalischen Erscheinungen aufdecken.

1) Mit Berücksichtigung von November und Dezember 1902.

Harmonische Konstanten der Temperatur.

	r_1	r_2	r_2'	α_1	α_2	α_3
Januar .	2.15	0.41	0.30	240	106	19
Februar .	2.18	0.41	0.36	241	100	15
März . .	2.25	0.46	0.31	240	88	8
April . .	2.24	0.54	0.28	242	86	2
Mai . .	2.62	0.67	0.32	241	78	1
Juni . .	2.39	0.72	0.29	244	83	— 8
Juli . .	2.48	0.62	0.28	241	78	—14
August .	2.11	0.61	0.24	241	83	0
September	2.56	0.64	0.34	242	98	8
Oktober .	2.56	0.56	0.31	245	116	23
November	2.29	0.52	0.36	246	122	33
Dezember	2.31	0.55	0.35	245	117	27
Jahr . .	2.34	0.54	0.31	242	94	10
Passatzeit	2.47	0.63	0.30	243	89	— 3
Regenzeit	2.24	0.46	0.32	242	103	18

Die Übereinstimmung zwischen der Amplitude der ganztägigen Schwankung r_1 mit der periodischen täglichen Schwankung war schon erwähnt. Die halbtägige Amplitude r_2 ist verhältnismäßig klein in Samoa. Das Verhältnis $\frac{r_2}{r_1}$ hat J. Hann für drei tropische Inseln zu 0.4 gefunden. Hier ist es 0.23 (Passatzeit 0.26, Regenzeit 0.20), während $\frac{r_3}{r_2}$ außergewöhnlich groß ist, 0.57 (Passatzeit 0.48, Regenzeit 0.70). Die vierteltägige Amplitude beträgt immer noch 0.17°, also 7 % der ganztägigen Schwankung.

Etwas durchsichtiger ist die Bedeutung der Phasenwinkel. Der Winkel der 24-stündigen Schwankung 242° entspricht den Verhältnissen. Er bedingt ein Maximum um 2 Uhr nachmittags, da in Samoa die höchste Temperatur jedoch schon um 1 p eintritt, muß die halbtägige Schwankung ein Maximum um 12 Uhr haben, welcher Bedingung der Phasenwinkel $\alpha_2 = 94°$ genügt. Dieses zweite Glied stellt auch zusammen mit dem dritten den scharfen Knick in der Temperaturkurve bei Sonnenaufgang dar, wo α_2 und α_3 Minima verursachen. Die jährlichen Perioden der beiden Phasenwinkel α_1 und α_3 entsprechen hauptsächlich den Verschiedenheiten der Sonnenaufgangszeiten. Dabei muß α_3 für je 2 Minuten

Verfrühung um einen Grad wachsen, α_3 jedoch für je 4 Minuten um 3°. Es ändert sich α_2 um rund 40°, also 80 Minuten, α_3 um rund 45°, das sind 60 Minuten, was dem Zeitunterschiede des Sonnenaufgangs in Samoa ungefähr entspricht.

Der Phasenwinkel der ganztägigen Schwankung bleibt während des ganzen Jahres merkwürdig konstant.

Über die vermuteten Zusammenhänge zwischen dem halbtägigen Gliede der Temperaturschwankung und Luftdruckschwankung soll bei Behandlung des Luftdrucks gesprochen werden.

Wichtige Folgerungen über die Wirkung der Sonnenstrahlung auf die meteorologischen Elemente läßt eine Betrachtung des täglichen Ganges der letzteren an heiteren und trüben Tagen zu.

Zu diesem Zwecke sind aus den beiden Jahren 1905 und 1906, von denen Sonnenscheinregistrierungen und fortlaufende Wetternotizen vorliegen, 16 ganz wolkenlose und 16 ganz bedeckte Tage ausgesucht worden und zwar so, daß sie sich über die beiden Jahre gleichmäßig verteilen. Aus besonderen Gründen sind nur die Monate März, Juni, September und Dezember berücksichtigt worden, für welche auch der Zusammenhang zwischen prozentualer Sonnenscheindauer und täglicher Temperaturamplitude ermittelt worden ist. Es sind folgende Tage:

Heitere Tage:			Trübe Tage:		
	1905	1906		1905	1906
März	11.	28.	März	3.	18.
„	12.	31.	„	7.	23.
Juni	1.	29.	Juni	9.	3.
„	2.	30.	„	10.	4.
September	22.	5.	September	14.	10.
„	23.	22.	„	16.	11.
Dezember	27.	10.	Dezember	8.	8.
„	28.	11.	„	9.	9.

Nachfolgende Tabelle mit umstehender Figur 17 zeigt die erhaltenen Mittelwerte.

Temperatur an heiteren und trüben Tagen.

	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12
						Vormittag						
Heitere Tage	— 2.31	— 2.58	— 2.72	— 2.86	— 2.91	— 2.88	— 2.46	— 0.95	+ 1.34	+ 2.47	+ 2.79	+ 2.74
Trübe Tage	— 0.59	— 0.71	— 0.78	— 0.82	— 0.99	— 1.01	— 0.84	— 0.36	+ 0.23	+ 0.44	+ 0.86	+ 1.10
						Nachmittag						
Heitere Tage	+ 2.87	+ 2.87	+ 2.88	+ 2.74	+ 2.35	+ 1.93	+ 0.92	— 0.02	— 0.78	— 1.43	— 1.89	— 2.15
Trübe Tage	+ 1.35	+ 1.19	+ 1.18	+ 1.25	+ 1.08	+ 0.76	+ 0.27	— 0.19	— 0.63	— 0.84	— 0.93	— 1.06

Heitere Tage	Tagesmittel	25.96	Mittleres Max.	29.56	Mittleres Min.	22.65	Amplitude	6.89
Trübe Tage		25.20		27.61		23.36		4.25

Digitized by Google

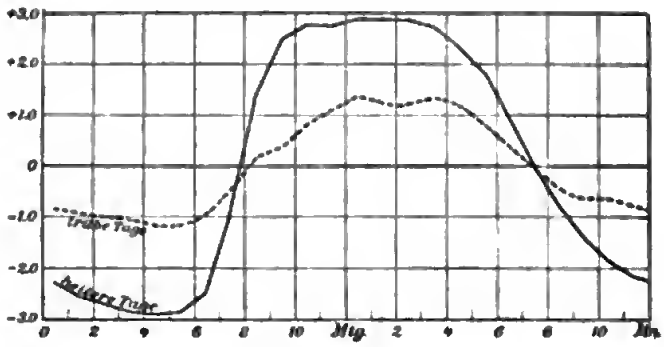


Fig. 17. Täglicher Gang der Temperatur an heiteren und trüben Tagen.

Die aperiodische Schwankung beträgt an heiteren Tagen 6.9°, an trüben 4.2° (im Jahresmittel 6.3°). Bei der periodischen Schwankung zeigt sich der Einfluß noch stärker: Sie ist an heiteren Tagen 5.8°, an trüben 2.4° (im Jahresmittel 4.6°). Die tiefste Temperatur tritt an trüben Tagen später ein, weil die Sonnenstrahlen erst später zur Wirkung gelangen. Auch das Temperaturmaximum tritt erst um 2 p ein, das durch nachmittägige Regenfälle und den Seewind im Mittel nach 1 p verschoben wird. Die Sommerregen um Mittag bewirken im Verlauf der Temperatur an trüben Tagen ein geringes sekundäres Minimum um 2 p.

Die harmonische Analyse des täglichen Temperaturganges an heiteren und trüben Tagen gab folgende Konstanten:

	r_1	r_2	α_1	α_2
Jahresmittel	2.34°	0.54°	242°	91°
Heitere Tage	3.16	0.49	242	105
Trübe Tage	1.26	0.23	237	53

Der Phasenwinkel der ganztägigen Amplitude bleibt unverändert, hingegen zeigt sich im zweiten Gliede deutlich die Verzögerung der Strahlungswirkung an trüben Tagen. Wie oben ausgeführt, hat ja gerade das zweite Glied den scharfen Knick in der Temperaturkurve am frühen Morgen darzustellen.

Es muß hier noch auf einen wichtigen Punkt eingegangen werden, den Verlauf der Temperatur in der Nacht.

Seit langem weiß man, daß sich dieser Verlauf darstellen läßt durch die Formel

$$T = T_0 + Ab_t.$$

Eine theoretische Begründung ist von Weilenmann und Manrer geliefert worden. Letzterer setzt die Wärme, welche die Volumeinheit Gas von der Dichte P und der Temperatur T gegen einen Raum von der Temperatur T_0 in

Digitized by Google

der Zeiteinheit anssendet,

$$= \sigma (T - T_0)\, dt = c\, \varrho\, dT$$

wo σ der Strahlungskoeffizient und c die spezifische Wärme bei konstantem Drucke ist.

Vergleicht man dieses mit der obigen — nach Lambert genannten — Formel, so ergibt sich $\log \text{nat}\, b = -\frac{\sigma}{\varrho c}$.

Aus den Beobachtungen auf dem Sonnblick zog W. Trabert [1]) den Schluß, daß b unabhängig sei von der Dichte ϱ, und definiert σ als den Strahlungskoeffizienten einer Massen einheit Gas.

Log b wurde für eine Reihe der verschiedensten Gegenden bestimmt. und man glaubte folgern zu können, daß $\log b$ für alle Gegenden und alle Wetterlagen konstant und $= -0{,}060$ sei. Danach bestimmten Maurer und Trabert den „Strahlungskoeffizienten der Luft“ $\sigma = 0.033$ Calorien (pro Stunde).

Bei dieser Untersuchung ist eine Voraussetzung gemacht, welche Bedenken erregen muß, nämlich, daß es sich um dieselbe Luft handle, deren Temperaturerniedrigung gemessen werde. Der Einwand, daß Wärmeleitung vom Erdboden aus vorliege, ist zwar entkräftet worden. Hier, wo es jedoch auf geringe Temperaturänderungen ankommt, kann die Konvektion wohl nicht vernachlässigt werden. Besonders tritt das in Gegenden hervor, welche durch eine deutliche tägliche Periode der Luftbewegung ausgezeichnet sind, also in erster Linie im Gebirge und an Küsten. Weiterhin kann man das von jeder Station sagen.

Es ist daher wohl erklärlich, daß die für verschiedene Gegenden berechneten Werte für $\log b$ zwischen -0.037 und -0.097 schwanken, und es scheint nicht unbedenklich, den Mittelwert -0.06 als „Konstante“ hinzustellen.

Trabert hat selbst darauf hingewiesen, daß, wenn die Lufttemperatur vor Sonnenaufgang nur um $0{,}02^0$ zu hoch ist, $\log b$ schon um 40 % falsch werden kann. Bei Weglassung eines Stundenwertes in der Diskussion der Sonnblickbeobachtungen bekommt Trabert recht verschiedene Werte. Bei Weglassung eines weiteren Stundenwertes wurden wieder recht beträchtliche Unterschiede gefunden, sodaß man sich der Ansicht nicht verschließen kann, daß der Strahlungsprozeß der Luft zur Nachtzeit doch nicht so rein vor sich geht, als es eine so subtile Rechnung, wie die von Maurer und Trabert, voraussetzt.

Ein weiterer wichtiger Punkt scheint noch Beachtung zu verdienen, die Tanbildung. Obige Theorie basiert darauf, daß die Wärmestrahlung nur eine Temperaturerniedrigung hervorrufe. Es ist selbstverständlich, daß von Erreichung des Tanpunktes an der weitere Verlauf vom vorigen wesentlich verschieden ist. Sodann gründet sich die Betrachtung auf Mittelwerte einer Anzahl von Tagen, welche ganz verschiedenen Temperaturgang bei Nacht aufweisen. Für theoretische Untersuchungen der Luftstrahlung wäre es wichtiger, die Beobachtungen während einer einzigen, windstillen und tanfreien Nacht zu Grunde zu legen.

1) W. Trabert: Temperatur und Sonnenschein auf dem Sonnblick. Denkschr. d. W. Akad. 59, 1892. Siehe auch Meteor. Zeitschr. 1892, S. 41 und 264.

Digitized by Google

Ferner dient es nicht als Bestätigung der Untersuchung, daß C. C. Hutchins[1]) den Strahlungskoeffizienten auf anderm Wege etwa 100 mal größer fand.

Sofern uns bekannt, ist späterhin eine Deutung der Konstanten des Temperaturverlaufs bei Nacht nicht wieder versucht worden, sodaß man in den Größen T_0, A und b der Formel

$$T = T_0 + A.b^t$$

vorläufig nichts weiter als klimatische Faktoren zu erblicken hat, welche die mittlere Abkühlung der untersten Luftschicht in Verbindung mit den Konvektionsströmungen, welche durch diese Abkühlung hervorgerufen werden, zahlenmäßig darstellen. Dabei scheint A eine größere meteorologische Bedeutung zu haben als b.

In Samoa fanden wir:

	$\log b$	A	T_0
Jahresmittel .	−0.080	3.4°	23.2°
Passatzeit . .	−0.087	3.4	22.9
Regenzeit . .	−0.078	3.4	23.6
Heitere Tage .	−0.103	4.7	22.6
Trübe Tage .	−0.048?	4.1?	21.7

Die für „trübe Tage" berechneten Werte sind unsicher, da an einigen der Tage Regen gefallen ist.

Die Werte für $\log b$ sind in Apia höher als der Durchschnitt der an andern Orten gefundenen, liegen jedoch innerhalb der extremsten berechneten Werte. Nur der für heitere Tage berechnete Wert weicht außergewöhnlich ab, obwohl die Strahlungsverhältnisse gerade hier besonders typische sind. Allerdings ist an klaren Tagen auch der Landwind am stärksten, welcher stets neue abgekühlte Luft zur Küste schafft. A muß in erster Linie mit der täglichen Temperaturamplitude verschiedener Orte und Witterungslagen variieren. Eine eingehendere Untersuchung dieser Größe dürfte für meteorologische und klimatische Zwecke lohnend sein.

Zum Schlusse ist noch untersucht worden, welche Korrektionen an die aus Terminbeobachtungen gewonnenen Mittel und das Mittel aus den Temperaturextremen anzubringen sind, um das wahre Tagesmittel (Mittel aus 24 Stundenwerten) zu bekommen.

Dabei ergeben sich merkwürdige Abweichungen von den Resultaten, welche J. Hann[2]) aus der Betrachtung anderer Registrierungen gewonnen hat.

In der ersten Tabelle auf Seite 83 ist angegeben, welche Korrektion an das Mittel aus dem mittleren Maximum und Minimum für jeden Monat anzubringen war, um daraus die wahre Mitteltemperatur zu bekommen. Die zweite Tabelle zeigt die gleiche Korrektion für die Mittel aus den Terminstunden, welche letztere nach der Lagrangeschen Interpolationsformel (s. S. 63) ermittelt worden sind.

1) Meteor. Zeitschr. 1892, S. 258.

2) J. Hann: Der tägliche Gang der Temperatur in der Tropenzone. Wien 1905.

Digitized by Google

Reduktion des Mittels aus den Temperatur-Extremen $\frac{\text{Max.}+\text{Min.}}{2}$ auf das Tagesmittel.

	1903	1904	1905	1906	Mittel
Januar	− 0.17	− 0.35	− 0.16	− 0.07	− 0.19
Februar	− 0.23	− 0.28	− 0.24	− 0.14	− 0.22
März	− 0.33	− 0.38	− 0.29	+ 0.13	− 0.22
April	− 0.34	− 0.31	+ 0.13	− 0.22	− 0.18
Mai	− 0.40	− 0.22	− 0.17	− 0.23	− 0.26
Juni	− 0.26	− 0.24	− 0.19	− 0.08	− 0.19
Juli	− 0.17	− 0.33	− 0.21	− 0.16	− 0.22
August	− 0.30	− 0.25	− 0.27	− 0.15	− 0.24
September	− 0.28	− 0.10	− 0.19	− 0.04	− 0.15
Oktober	− 0.18	− 0.11	− 0.38	− 0.09	− 0.19
November	− 0.31	− 0.42	− 0.11	− 0.21	− 0.26
Dezember	− 0.43	− 0.25	− 0.17	− 0.28	− 0.28
Jahr	− 0.28	− 0.18	− 0.18	− 0.13	− 0.20

Reduktion des Mittels aus den Terminbeobachtungen auf das Tagesmittel. Nach vierjährigen Registrierungen.

	Abweichung der Lufttemperatur vom Tagesmittel			$\frac{7a+2p+9p+9p}{4}$	$\frac{7a+2p+9p}{3}$
	7a	2p	9p		
Januar .	− 1.16	+ 2.04	− 0.70	+ 0.10	− 0.06
Februar .	− 1.36	+ 2.04	− 0.73	+ 0.20	+ 0.02
März . .	− 1.57	+ 2.22	− 0.74	+ 0.21	+ 0.03
April . .	− 1.58	+ 2.26	− 0.81	+ 0.24	+ 0.04
Mai . .	− 1.97	+ 2.75	− 0.97	+ 0.29	+ 0.06
Juni . .	− 1.77	+ 2.53	− 0.94	+ 0.28	+ 0.06
Juli . .	− 1.85	+ 2.63	− 0.90	+ 0.26	+ 0.04
August .	− 1.59	+ 2.24	− 0.75	+ 0.21	+ 0.03
September	− 1.58	+ 2.54	− 0.84	+ 0.18	− 0.04
Oktober .	− 1.67	+ 2.43	− 0.85	+ 0.18	+ 0.03
November	− 0.88	+ 2.06	− 0.78	+ 0.07	− 0.13
Dezember	− 0.89	+ 2.13	− 0.81	+ 0.10	− 0.14
Jahr . .	− 1.43	+ 2.32	− 0.82	+ 0.19	− 0.02

Digitized by Google

Betrachtet man als bestes Mittel dasjenige, welches die geringste Veränderlichkeit besitzt und keinen jährlichen Gang erkennen läßt, so muß man dem Mittel aus den Extremtemperaturen in Samoa den Vorzug geben. Die Korrektion beträgt zwar $-0.20°$, variiert aber innerhalb des Jahres nur zwischen -0.15 und -0.28 bei Mittelwerten von 4 Jahren. Es ist überhaupt nur 2 mal vorgekommen, daß die Korrektion positiv war, abgesehen von diesen Fällen aber weichen die Mittelwerte nicht sehr von einander ab.

Das sonst so sehr bevorzugte Mittel $\frac{7+2+9+9}{4}$ steht in Samoa an letzter Stelle. Es gibt im Mittel um $0.19°$ zu tiefe Werte und variiert innerhalb des Jahres nach bestimmtem Gesetz zwischen $+0.07°$ (November) und $+0.29°$ (Mai), der jährliche Gang der Temperatur wird also um $0.22°$ gefälscht.

Dieselbe Abhängigkeit von der Jahreszeit zeigt das Mittel $\frac{7+2+9}{3}$, wenngleich der Fehler im Jahresmittel sich heraushebt.

Diese Ergebnisse waren uns eine große Beruhigung, da wir die in Samoa verteilten Stationen zumeist mit Extremthermometern ausgerüstet haben. Ihre Beobachtung ist die bequemste, da sie nur einmal am Tage und zu einer in gewissen Grenzen beliebigen Zeit zu erfolgen braucht. Man kann mit größerer Sicherheit auf regelmäßige Ablesungen rechnen, als wenn die von andern Beschäftigungen in Anspruch genommenen und vom Tropenaufenthalte etwas ermatteten Pflanzer, Händler und Missionare an drei genau bestimmten Terminen zu beobachten haben.

Luftfeuchtigkeit.

Die jährlichen Schwankungen der Feuchtigkeit gehen überall in engem Zusammenhange mit denen der Temperatur vor sich. Der Dampfdruck ist am höchsten in der warmen Zeit, während die relative Feuchtigkeit in den meisten Gegenden den entgegengesetzten Verlauf hat: geringe relative Feuchtigkeit bei hohen Temperaturen.

In Samoa jedoch, wo die höchsten Temperaturen in die Regenzeit fallen, ist naturgemäß die relative Feuchtigkeit hier auch am größten.

In der folgenden Tabelle sind den Monatsmitteln der Feuchtigkeit noch die der Lufttemperatur zugefügt.

Monatsmittel der Feuchtigkeit

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Temperatur	26.1	26.4	26.4	26.2	25.8	25 5	*25.1*	25.3	25.4	26.0	26.0	26.2
Dampfdruck (mm)	21.12	21.42	21.12 [1])	21.09 [1])	20.43	19.92	19 49	*19.35*	19.76	20.33	20.85	20.92
Relat. Feuchtigkeit (%)	84.2	84.2	83 0 [1])	84 0 [1])	83 1	82 4	83.0	*81 0*	82.1	81.6	83.0	82.5

1) Die Monatsmittel der Feuchtigkeit für März und April sind wegen unzureichender Registrierungen in den Jahren 1903 und 1904 mit den benachbarten Monaten ausgeglichen.

Digitized by Google

	Jahr	Passatzeit	Regenzeit
Temperatur	25.9	25.5	26.3
Dampfdruck (mm) . . .	20.49	19.88	21.10
Relative Feuchtigkeit (%)	82.8	82.2	83.5

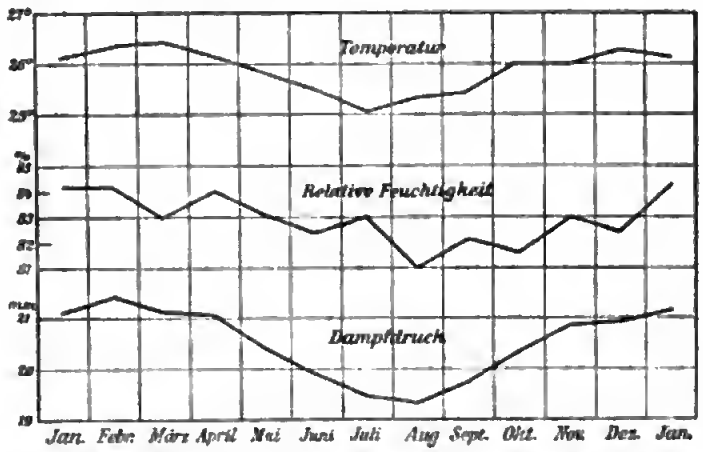


Fig. 18. Jährlicher Gang der Temperatur und Feuchtigkeit.

Allgemein genommen ist die Luftfeuchtigkeit in Samoa verhältnismäßig groß. Man nimmt für die Luft über den Ozeanen gewöhnlich 80 % an. Das wäre in Samoa also schon übertroffen. Daß gerade in der warmen und windschwachen Regenzeit die Feuchtigkeit am größten ist, macht diese Jahreshälfte zu der ungünstigsten für den Europäer.

Auch der Dampfdruck, welcher sehr nahe auch die absolute Feuchtigkeit (in g pro cbm) darstellt, ist relativ hoch. Seine jährliche Schwankung beträgt nahezu 2 mm (Februar 21.42, August 19.35), während die der relativen Feuchtigkeit nur 3 % beträgt (Februar 84.2, August 81.0). Letztere bleibt also das ganze Jahr über fast die gleiche. Auch die tägliche Amplitude der Schwankung der relativen Feuchtigkeit zeigt keine ausgesprochene jährliche Periode. Sie beträgt im Mittel 24 %.

Der niedrigste Wert der relativen Feuchtigkeit wurde am 29. Oktober 1905 registriert als 36 %, andererseits wurde der höchstmöglichste Wert 100 % natürlich sehr häufig erreicht.

Bei Betrachtungen über jährliche Schwankungen von Temperatur und Feuchtigkeit hat man es mit stabilen Verhältnissen zu tun. Verdunstung und Diffusion, Prozesse, welche eine gewisse Zeit brauchen, kommen nicht mehr in Betracht.

Ganz anders ist das bei Untersuchungen über die tägliche Periode. Sie ist vollkommen abhängig von der Geschwindigkeit, mit welcher das durch Temperaturerhöhung am Tage entstehende Sättigungs-Defizit ausgeglichen werden kann und Diffusion und Mischung der oberen und unteren Luftschichten zustande kommen.

Täglicher Gang der relativen Feuchtigkeit.

Datum	Vormittag											
	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12
Jan.	+4.2	+4.5	+4.5	+4.6	+4.6	+4.5	+4.0	+1.4	−4.0	−5.8	−6.0	−5.8
Febr.	+5.6	+5.7	+5.8	+5.8	+5.7	+5.6	+5.2	+2.7	−4.6	*−7.3*	−7.2	−7.2
März	+6.5	+5.6	+6.6	+4.6	+4.5	+5.1	+1.9	−0.9	−6.9	−7.4	−7.1	*−8.1*
April	+5.6	+5.4	+5.8	+6.2	+5.8	+5.8	+5.2	+1.9	−5.1	−6.8	−7.8	*−7.8*
Mai	+6.2	+6.6	+6.7	+6.7	+6.9	+7.1	+6.4	+3.5	−4.4	−8.1	*−8.3*	−8.1
Juni	+5.0	+5.0	+5.1	+4.7	+5.4	+5.4	+5.0	+2.9	−3.8	−7.6	−7.4	−7.5
Juli	+6.3	+6.3	+6.3	+6.5	+6.0	+5.8	+5.5	+2.7	−3.4	−7.9	*−9.1*	−9.0
Aug.	+4.4	+4.8	+5.1	+5.0	−5.2	+5.1	+5.0	+3.1	−3.4	−5.8	*−6.8*	−6.5
Sept.	+5.8	+5.8	+6.1	+6.5	+6.1	+6.0	+4.9	+0.7	−6.4	*−8.8*	−8.3	−7.8
Okt.	+6.4	+6.7	+6.6	+6.6	+6.5	+6.4	+4.0	−1.0	−6.8	*−7.6*	−7.4	−7.0
Nov.	+6.3	+6.5	+6.7	−6.5	+6.5	+6.5	+3.8	−3.0	−7.5	*−7.9*	−7.9	−7.3
Dez.	+5.8	+6.1	+6.3	+6.5	+6.6	+6.4	+4.4	−0.5	−6.5	−7.5	*−7.5*	−7.5
Jahr	+5.7	+5.8	+6.0	+5.8	+5.8	+5.8	+4.6	+1.1	−5.2	−7.4	*−7.6*	−7.5
Passat	+5.7	+5.9	+6.0	+6.0	+6.0	+6.0	+5.1	+2.0	−4.7	−7.6	*−7.9*	−7.6
Regen	+5.7	+5.6	+6.0	+5.6	+5.6	+5.6	+4.1	+0.2	−5.8	−7.1	−7.2	*−7.3*

Mittlere Stundenwerte

	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12
Jan.	20.1	20.1	19.9	19.9	19.7	19.6	20.0	20.8	21.2	21.5	21.8	22.2
Febr.	20.9	20.8	20.6	20.4	20.3	20.2	20.5	21.0	21.3	21.5	22.0	22.1
März	20.4	20.0	20.1	19.5	19.4	19.5	19.0	19.3	19.6	20.7	21.2	21.1
April	20.9	20.8	20.8	20.7	20.6	20.5	20.5	20.7	21.0	21.9	22.2	22.4
Mai	19.8	19.8	19.6	19.5	19.4	19.3	19.2	19.6	20.0	20.6	21.3	21.6
Juni	19.2	19.1	19.0	18.8	18.8	18.8	18.8	19.1	19.6	20.0	21.0	21.2
Juli	18.9	18.9	18.8	18.6	18.5	18.4	18.4	18.5	19.0	19.3	19.9	20.4
Aug.	18.8	18.7	18.6	18.5	18.4	18.3	18.4	18.8	19.0	19.5	19.9	20.4
Sept.	19.0	18.9	18.7	18.6	18.5	18.4	18.5	18.9	19.2	19.9	20.5	20.9
Okt.	19.5	19.4	19.2	19.1	19.1	19.0	19.2	19.7	20.0	20.8	21.6	21.5
Nov.	20.3	20.1	19.9	19.8	19.6	19.7	19.7	20.0	20.6	21.1	21.4	21.7
Dez.	20.3	20.2	19.9	19.8	19.7	19.7	20.0	20.6	20.9	21.3	21.6	21.7

Differenzen gegen

Jahr	−0.65	−0.76	−0.90	−1.06	−1.16	*−1.21*	−1.14	−0.74	−0.37	+0.19	+0.71	+0.94
Passat-Zeit	−0.68	−0.75	−0.90	−1.03	−1.10	*−1.18*	−1.13	−0.78	−0.41	+0.13	+0.82	+1.12
Regen-Zeit	−0.62	−0.77	−0.90	−1.08	−1.22	*−1.23*	−1.15	−0.70	−0.33	+0.23	+0.60	+0.77

Digitized by Google

Abweichung vom Tagesmittel. 1902/1906.

Nachmittag												
0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12	Mittel
−6.3	−5.6	−5.1	−4.2	−3.8	−2.8	−0.7	+2.6	+2.9	+3.6	+3.6	+3.4	84.2
−6.9	−6.6	−6.5	−6.4	−5.0	−3.8	−0.8	+1.8	+3.3	+4.1	+4.8	+5.2	84.2
−8.1	−6.5	−5.5	−3.3	−3.5	−1.7	−1.1	+2.1	+5.1	+5.9	+5.7	+7.1	81.1
−7.3	−7.8	−7.5	−5.6	−4.6	−2.8	+0.6	+2.8	+4.4	+4.6	+5.0	+5.2	85.8
−8.2	−8.2	−7.9	−7.8	−6.8	−4.3	+0.2	+2.9	+3.3	+4.2	+4.8	+5.3	83.1
−7.7	−7.3	−6.6	−5.8	−3.8	−2.1	+0.9	+2.6	+3.7	+4.1	+4.6	+4.8	82.4
−8.1	−8.3	−7.6	−6.4	−5.3	−3.2	+0.2	+2.8	+4.4	+4.6	+5.2	+5.8	83.0
−6.4	−6.4	−5.9	−4.2	−4.2	−2.6	−0.6	+0.7	+2.8	+3.4	+4.0	+3.9	81.0
−7.9	−7.6	−6.8	−5.8	−4.3	−2.3	+0.1	+1.9	+4.1	+5.1	+5.7	+6.1	82.1
−6.8	−6.8	−6.1	−5.2	−4.3	−3.4	−0.8	+1.6	+3.6	+4.5	+5.0	+5.8	81.6
−7.0	−6.0	−5.7	−5.3	−4.3	−3.1	−0.4	+2.0	+3.8	+4.6	+5.5	+6.1	83.0
−6.9	−6.5	−5.9	−5.0	−4.2	−3.4	−0.9	+1.1	+3.2	+4.3	+5.0	+5.4	82.5
−7.3	−7.0	−6.4	−5.4	−4.5	−3.0	−0.3	+2.1	+3.7	+4.4	+4.9	+5.3	82.8
−7.5	−7.4	−6.8	−5.9	−4.8	−3.0	−0.0	+2.1	+3.6	+4.3	+4.9	+5.4	82.2
−7.1	−6.5	−6.0	−5.0	−4.2	−2.9	−0.6	+2.1	+3.8	+4.5	+4.9	+5.3	83.5

des Dampfdruckes. 1902/1906.

0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12	Mittel
22.1	22.2	22.2	22.3	22.1	22.0	21.8	21.9	21.3	21.0	20.7	20.5	21.12
22.2	22.3	22.3	22.2	22.2	22.1	22.1	22.0	21.6	21.4	21.1	21.0	21.42
21.3	21.7	22.0	22.4	21.9	21.8	21.2	21.3	21.3	21.1	20.7	20.8	20.72
22.7	22.5	22.5	22.7	22.5	22.3	22.2	22.1	21.9	21.5	21.3	21.1	21.60
21.7	21.8	21.7	21.3	21.0	21.1	21.0	20.8	20.3	20.2	19.9	19.8	20.43
21.2	21.2	21.1	20.9	20.9	20.6	20.3	20.0	19.9	19.7	19.5	19.3	19.92
20.7	20.7	20.6	20.4	20.2	20.2	20.1	20.0	19.7	19.4	19.1	19.0	19.49
20.5	20.5	20.4	20.5	20.0	19.8	19.5	19.3	19.3	19.2	19.1	18.9	19.35
21.0	21.0	21.0	20.9	20.7	20.4	20.3	20.2	20.1	19.8	19.5	19.3	19.76
21.6	21.6	21.5	21.4	21.1	20.8	20.7	20.6	20.4	20.3	20.0	19.8	20.33
21.8	22.0	21.9	21.8	21.6	21.4	21.3	21.3	21.1	20.9	20.8	20.6	20.85
22.0	22.0	21.9	21.8	21.6	21.6	21.3	21.1	21.0	20.9	20.7	20.5	20.92

das Tagesmittel.

+1.08	+1.13	+1.10	+1.06	+0.83	+0.69	+0.49	+0.39	+0.17	−0.04	−0.29	−0.44	**20,49**
+1.24	+1.25	+1.17	+1.02	+0.77	+0.60	+0.44	+0.27	+0.07	−0.11	−0.36	−0.53	19.88
+0.92	+1.02	+1.03	+1.10	+0.88	+0.77	+0.55	+0.52	+0.27	+0.03	−0.22	−0.35	21.10

Digitized by Google

Zur Zeit des Temperaturminimums ist auch der Dampfdruck am kleinsten, die relative Feuchtigkeit am größten. Der steigenden Temperatur kann der Dampfdruck zunächst nicht nachfolgen. Deshalb sinkt die relative Feuchtigkeit schnell, erreicht aber ihr Maximum schon um 10a, sobald die Zunahme des Dampfdrucks infolge der starken Verdunstung größer wird als die Zunahme des Sättigungsdefizits infolge des Ansteigens der Temperatur. Während nun die relative Feuchtigkeit bis Sonnenuntergang langsam, nachher schnell zunimmt, gelangt der Dampfdruck in der Passatzeit um 1p, im Sommer um 4p zu seinem Maximum und fällt dann langsam und gleichmäßig während der Nacht bis auf sein Minimum in den Morgenstunden. Siehe Figur 19.

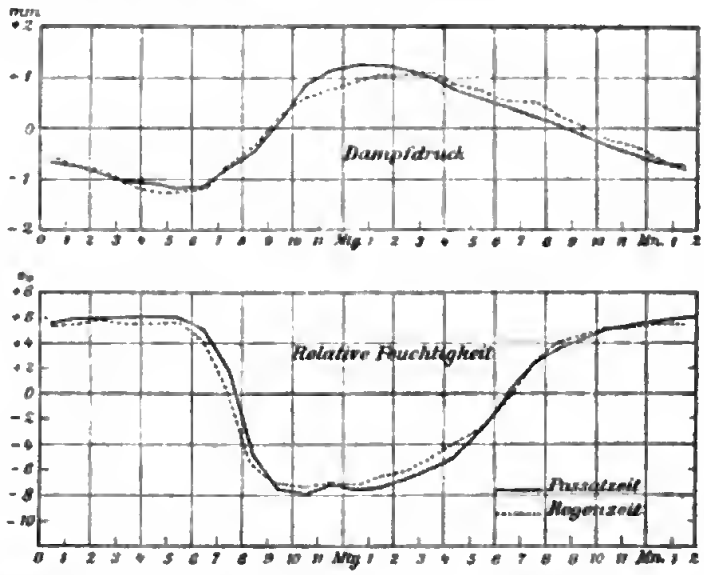


Fig. 19. Täglicher Gang des Dampfdruckes und der relativen Feuchtigkeit in Passat- u. Regenzeit.

Der tägliche Gang des Dampfdrucks ist also in Samoa durch ein Maximum zur heißesten und ein Minimum zur kältesten Tageszeit charakterisiert. In vielen Gegenden wird das Maximum um Mittag durch ein sekundäres Minimum überlagert, welches darauf zurückzuführen ist, daß bei Mischung der unteren und oberen Luftschichten (durch Erwärmung der unteren) trockene Luft aus der Höhe herabfällt. In Samoa tritt dieses mittägige Minimum des Dunstdruckes nicht ein. Der Vorgang äußert sich nur darin, daß die Zunahme der Feuchtigkeit von 10 Uhr ab langsamer vor sich geht, als es das Sättigungsdefizit erfordert. Es läßt sich das wohl dadurch erklären, daß die Luft bis zu der oberen Grenze der täglichen Periode (1000—1500 m) nach den an anderer Stelle besprochenen Drachenregistrierungen sehr feucht ist und gewöhnlich bis zum Sättigungspunkte gelangt.

Die harmonische Analyse des Dampfdrucks läßt die nahe Beziehung zur Temperatur zahlenmäßig hervortreten.

Digitized by Google

	r_1	r_2	α_1	α_2
Jahr . .	1.08 mm	0.31 mm	220°	84°
Passat-Zeit	1.10	0.32	229°	80°
Regen-Zeit	1.10	0.22	218°	95°

Die ganztägige Schwankung hat eine Verspätung um 1½ Stunde gegen die Temperatur, die halbtägige jedoch nur um 20 Minuten. Das Verhältnis $\frac{r_2}{r_1}$ ist ⅓, während das der Temperatur ¼ ist.

Die Feststellung des Dampfdruckes bietet ein wertvolles Mittel, die Herkunft der Luft zu erkennen. Innerhalb einer gleichmäßigen Luftschicht ist der Dampfdruck überall derselbe, jedenfalls ist er nur geringfügigen horizontalen und vertikalen Änderungen unterworfen. Wie oben gezeigt, ist aber auch seine zeitliche Änderung gering. Bei plötzlich eintretendem Witterungswechsel beweist also eine gleichzeitige Änderung des Dampfdrucks, daß der Umschlag durch einen Lufttransport, das Hereinbrechen anderer Luftströmungen verursacht ist. Im anderen Falle müssen irgendwelche Vorgänge in derselben Luftschicht zur Erklärung herangezogen werden.

So findet man häufig, daß schroffe Temperatursprünge und Änderungen der relativen Feuchtigkeit eintreten, der Dampfdruck aber unverändert bleibt. Das ist in Samoa meist der Fall bei den kurzen Böen mit oder ohne Regenschauer. Die Luft kühlt sich dann schnell ab und die relative Feuchtigkeit muß bei gleichbleibendem Dampfdruck — entsprechend der mittleren Temperatur von Apia — um rund 5 % pro 1° Temperaturverminderung steigen. Sobald nach Vorübergang der Böe die Sonne wieder durchkommt, stellen sich schnell die Verhältnisse vor der Böe wieder her.

Die Kurve der relativen Feuchtigkeit ist infolgedessen bei wechselnder Bewölkung äußerst unregelmäßig. Schwankungen von 20 bis 30 % innerhalb weniger Minuten sind nicht selten. Solchen Schwankungen so schnell zu folgen, ist der Haarhygrograph aber nicht imstande. Die Ablesungen von gleichzeitigen Werten der Temperatur und relativen Feuchtigkeit würde also keine Schlüsse gestatten auf die etwaigen Änderungen des Dampfdrucks und die darauf basierten Folgerungen. Hingegen kann man erwarten — und die Erfahrungen bestätigen es — daß die aus Stundenmittelwerten der Temperatur und relativen Feuchtigkeit berechneten Werte des Dampfdrucks von Stunde zu Stunde einen ausgesprochenen regelmäßigen Gang zeigen.

Der Vollständigkeit halber seien auch die harmonischen Konstanten für die relative Feuchtigkeit mitgeteilt:

	r_1	r_2	α_1	α_2
Jahr . .	7.4 %	1.5 %	72°	288°
Passat-Zeit	7.4	1.6	72	276
Regen-Zeit	7.2	1.4	76	288

Das 24-stündige Glied hat ein Minimum um 1 Uhr Mittags, also bevor das der Temperatur seinen Höhepunkt erreicht; das zweite Glied kulminiert ebenfalls etwas vor der Temperatur, natürlich mit entgegengesetzten Vorzeichen. Das Verhältnis $r_2 : r_1$ ist $^1/_5$.

Es bleibt noch übrig mit einigen Worten auf den Einfluß der Bewölkung einzugehen.

Nachfolgende Tabelle teilt Mittelwerte für dieselben 16 heiteren und 16 trüben Tage mit, für welche auch schon der tägliche Temperaturgang mitgeteilt wurde.

Heitere und trübe Tage.

Relative Fenchtigkeit.

	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12
						Vormittag						
Heitere Tage	+ 7.8	+ 7.3	+ 7.2	+ 6 5	+ 5.8	+ 5.9	+ 4 8	— 2.0	— 10.0	— 12.2	— 9.3	— 8.7
Trübe Tage	+ 1.1	+ 1.1	+ 2 0	+ 1.5	+ 1.3	+ 1.1	+ 1.3	+ 0.3	+ 0.3	— 0.5	— 0.9	— 1.4
						Nachmittag						
Heitere Tage	— 8.4	— 8.4	— 7.3	— 5.3	— 5.1	— 4.1	— 1.2	+ 3.8	+ 6.9	+ 8.0	+ 8.8	+ 9.1
Trübe Tage	— 3.2	— 2.8	— 3.3	— 3.4	— 3.4	— 2.9	+ 1.1	+ 1.7	+ 2.1	+ 2.2	+ 2.8	+ 2.4

Tagesmittel:

heitere Tage . . 81.1
trübe Tage . . . 86.0

Absolnte Fenchtigkeit.

	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12
						Vormittag						
Heitere Tage	— 0.9	— 1.4	— 1.6	— 1.8	— 2.0	— 2.0	— 1.7	— 1.6	— 1.1	— 0.4	+ 0.8	+ 1.0
Trübe Tage	— 0.4	— 0.5	— 0.4	— 0.6	— 0.8	— 0.9	— 0.6	— 0.3	+ 0.4	+ 0.5	+ 0.6	+ 1.1
						Nachmittag						
Heitere Tage	+ 2.2	+ 2.2	+ 1.6	+ 2.0	+ 1.6	+ 1.3	+ 0.8	+ 0.9	+ 0.7	+ 0.2	— 0.2	— 0.5
Trübe Tage	+ 1.0	+ 0.8	+ 0.7	+ 0.8	+ 0.5	+ 0.3	+ 0.6	+ 0.2	— 0.2	— 0.5	— 0.4	— 0.7

Tagesmittel:

heitere Tage . . 20.2
trübe Tage . . . 20.4

Die relative Fenchtigkeit erreicht ihren niedrigsten Stand an heiteren Tagen also schon zwischen 9 und 10 Uhr, während an trüben Tagen das Minimum erst in den Nachmittagsstunden eintritt. Die periodische Amplitude ist an heiteren

Digitized by Google

Tagen 21 %, an trüben 6 %, im Jahresmittel war 14 % gefunden. Im Tagesmittel ist die relative Feuchtigkeit an heiteren Tagen kleiner als an trüben.

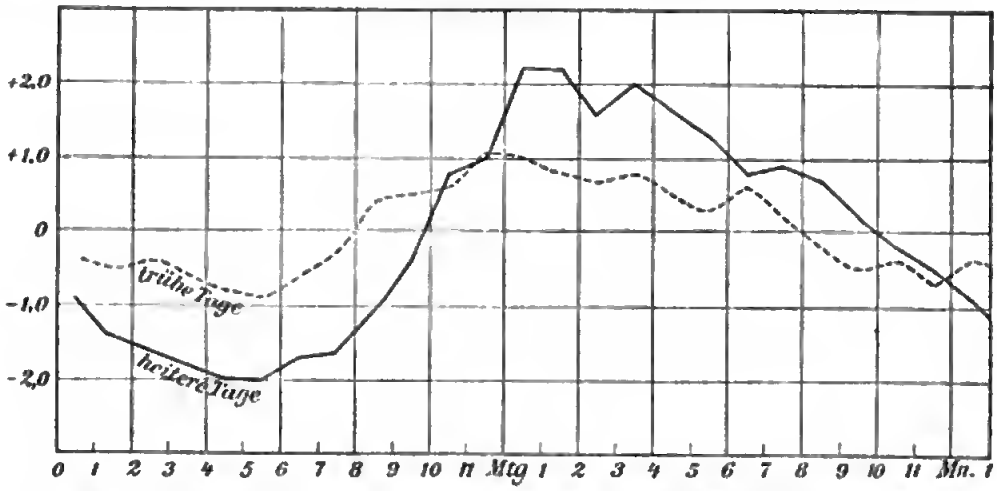


Fig. 20. Täglicher Gang der absoluten Feuchtigkeit an heiteren und trüben Tagen.

Wesentlich verschieden ist der Gang des Dampfdruckes. Es ist an heiteren wie an trüben Tagen das gleiche Tagesmittel gefunden worden. Die Extreme fallen mit denen der Temperatur eng zusammen: Minimum bei Sonnenaufgang, Maximum um Mittag. Die periodischen Amplituden sind 4.2 mm an heiteren, 2.0 mm an trüben Tagen (im Jahresmittel 2.34 mm).

Die harmonische Analyse des täglichen Ganges des Dampfdrucks ergab folgende Konstanten:

	r_1	r_2	α_1	α_2
Jahresmittel	1.08 mm	0.31 mm	220°	84°
Heitere Tage	1.96	0.44	214°	72°
Trübe Tage	0.76	0.20	240°	88°

V. Die Registrierung des Luftdrucks.

A. Aufstellung der Instrumente.

Zur Beobachtung der Luftdruckschwankungen hatte das Kgl. Preuß. Meteorol. Institut einen Barographen von Fueß zur Verfügung gestellt. Als Kontrollinstrument benutzte Dr. Tetens ein von dem Kaiserl. Meteorologischen Landesdienst in Straßburg erworbenes Fueß'sches Quecksilberreisebarometer älterer Konstruktion mit Ablesung an beiden Schenkeln. Auf der Hinreise war zuletzt ein wenig Luft eingedrungen, die aber ohne große Schwierigkeit in Samoa wieder entfernt werden konnte. In Straßburg, Mailand und Melbourne war es mit dortigen Normalinstrumenten verglichen worden. Mitte 1906 wurde ein modernes Fueß'sches Stationsbarometer mit reduzierter Skala in Benutzung genommen, nachdem es einige Wochen mit dem früheren verglichen worden war. Es ergab sich die Korrektion des neuen Barometers gegen das alte als + 0.15 mm.

Auf dem Observatoriumsplatz bot sich zunächst für den Barographen und das Quecksilber-Barometer kein Platz, da die einzige hierfür etwa in Betracht kommende Stelle, die absolute magnetische Hütte, eine zu starke tägliche Temperaturschwankung im Innern besaß. Die beiden Instrumente wurden daher in dem Ladenraum des in Songi gemieteten Wohnhauses untergebracht. Dort besaßen die täglichen Temperaturschwankungen kein die üblichen Wohnhäuser der Weißen übersteigendes Maß, besonders da die nach Osten vorgelegene Veranda einigen Schutz gegen die Strahlen der Morgensonne gewährte. Als Ende 1903 auf dem Observatoriumsplatz eine größere und mit einem verschließbaren Raum versehene Wohnhütte errichtet war und das in Songi gemietete Wohnhaus aufgegeben wurde, siedelten die beiden Instrumente für Luftdruck nach Lemuta über und hatten in diesem Samoahaus bis zur Fertigstellung des massiven Dienstgebäudes im November 1905 ihren Platz. Die Höhe über dem Meere wurde sowohl in Songi als auch im Samoawohnhause in Lemuta zu 2 bis 3 m angenommen. Seit dem 3. November 1905 hing das Barometer 4.67 m über der vorigen Höhe im Instrumentenzimmer des oberen Stockwerks an einer Innenwand.

Die Ablesung der Luftdruckinstrumente wurden ebenso wie die übrigen zunächst dreimal täglich in möglichstem Anschluß an die Termine 7a, 2p und 9p vorgenommen. Wegen der anfangs notwendigen örtlichen Trennung konnte aber die Ablesung beider Gruppen nicht gleichzeitig erfolgen, sondern der Be-

Digitized by Google

obachter hatte dazwischen einen viertel- bis halbstündigen Weg zurückzulegen. Seit Dezember 1903 fanden indessen die Luftdruckbeobachtungen im unmittelbarem Anschluß an die übrigen meteorologischen Ablesungen statt. Da sich in der Reduktion des Barographen auf die Angaben des Quecksilber-Barometers ein nicht unerheblicher Temperatur-Koeffizient des Barographen herausstellte, hat Dr. Linke zur Erzielung möglichst genauer Temperaturwerte des Barographen diesen mit in die Wetterhütte gesetzt, sodaß man seitdem die vom Thermographen gelieferten Kurven als eine recht befriedigende Darstellung der Temperatur des Barographen ansehen kann. Aus denselben Gründen, wie beim Thermographen und Hygrographen hat Dr. Linke auch beim Barographen 1905 nur eine einzige tägliche Ablesung eingeführt.

Die Ablesungen des Quecksilber-Reisebarometers nebst denen des Barographen wurden gleich von vornherein in besonderen Tagesnotizbüchern niedergeschrieben und die Korrektionen seit 1905 sofort berechnet. Die vorhandenen Lücken in den Kontrolablesungen in den Jahren 1902 bis 1904 erklären sich, soweit sie nicht durch die Überführung der beiden Instrumente von Songi nach Lemnta, dem Observatorinmsplatze, veranlaßt worden sind, durch Reparaturen oder Reinigungsarbeiten im neuen Wohnhause sowie durch dessen etwas isolierte Lage. Übrigens hat der Barograph stets regelmäßig funktioniert und man darf annehmen, daß er weniger als die beiden Registrierapparate für Temperatur und Feuchtigkeit der Luft eine lückenlose Kontrolle durch ein Normalinstrument benötigt.

B. Die Bearbeitung der Barographen-Registrierungen.

Die eigentliche Bearbeitung der Barographenregistrierung erfolgte nach Rückkehr von Dr. Linke (1907). Wie bei der Besprechung der Temperatur- und Fenchtigkeitsregistrierungen genauer ausgeführt ist, wurden für jede Stunde Mittelwerte abgelesen, welche bei der bekannten Regelmäßigkeit der Luftdruckvariationen in den Tropen, auch der Mitte der betreffenden Stunde mit jeder nur erreichbaren Genauigkeit entsprechen.

An jeder einzelnen Zahl wurden nun zwei Korrektionen angebracht: Eine, welche für die ganze Woche, von Montag zu Montag, galt und die mittlere Abweichung zwischen Barographenregistrierung und den Barometerablesungen darstellte; die zweite ergab sich aus dem Temperaturkoeffizienten des Barographen und wurde nach dem Thermographen berechnet.

Es stellte sich nämlich 1905 heraus, daß der Barograph einen recht erheblichen Temperaturkoeffizienten hatte, welcher sich aus den Kontrollablesungen, die ja bei ganz verschiedenen Temperaturen angestellt wurden, im Mittel mehrerer auf die verschiedenen Jahre verteilten Monate als 0.135 mm pro Grad Celsius ergab. Die nach den täglichen Ablesungen berechneten Korrektionen wurden daher auf eine Mitteltemperatur (27°) reduziert, um diesen erheblichen Tempe-

Digitized by Google

ratureinfluß zu eliminieren. Aus der Tabelle auf Seite 95 ergibt sich dann eine recht erfreuliche Konstanz der Barographenkorrektion. Das Mittel aus den so reduzierten Kontrollbeobachtungen während einer Woche wurde also für diese Zeit an den einzelnen abgelesenen Stundenmitteln als konstante Korrektion angebracht; Die zweite auf Grund des Thermographen angebrachte Korrektion lautete also $+0.135\,(t-27^0)$.

Durch die unerwartete Höhe des Temperaturkoeffizienten ist leider in das erste Jahr der Luftdruckregistrierungen eine gewisse Ungenauigkeit gekommen: Zur Anbringung der Temperaturkorrektion müssen die Temperaturen des Barographen vorhanden sein. Jetzt befindet er sich mit dem Thermographen zusammen in der meteorologischen Hütte, sodaß alle Anforderungen erfüllt sind; auch bei der Aufstellung im Innern der Samoahütte auf dem Observatoriumsterrain ist die Übereinstimmung der Temperatur des Barographen mit der vom Thermographen angegebenen Lufttemperatur genügend, wie von Dr. Linke angestellte Parallelregistrierungen gezeigt haben. Hingegen ergeben Temperaturregistrierungen in Holzhäusern, daß hier die Temperatur von Mittag bis Abend an heiteren Tagen 2 bis 3 Grad höher sein kann als außerhalb, daß es bisweilen an kühlen Nächten auch in den Vormittagsstunden, 0a bis 6a, etwa ein Grad wärmer ist.

Für die Monate November 1905 bis Juni 1906, wo der Barograph im Instrumentenzimmer des Dienstgebäudes stand, konnte an Hand der Sonnenschein- und Temperatur-Registrierung, z. T. auch unter Benutzung der Thermographenaufzeichnungen im Instrumentenzimmer, die notwendigen Korrektionen angebracht werden.

Von November 1902 bis November 1903 war das jedoch nicht möglich. Der entstandene Fehler kann die Amplitude der täglichen Periode im Mittel um 0.1 mm vergrößert und den Mittelwert um etwa 0.05 mm verkleinert haben. Da aber 4 bis 5-jährige Registrierungen vorliegen, wird der Einfluß auf wenige Hundertstel herabgedrückt sein.

Die folgenden Luftdruckangaben sind auf mittlere Schwere (45°) und Meeresnivean reduziert. Letzteres dadurch, daß für die Zeit bis zum 2. November 1905 + 0.2 und später + 0.6 mm angebracht ist.

Es sollen hier auch einige Angaben über die harmonische Analyse der Beobachtungsreihen Platz finden:

Sie wurde nach einem besonders praktischen Verfahren angestellt, daß von C. Runge [1]) angegeben ist. Die Berechnung der harmonischen Konstanten der täglichen Periode wurde für die geraden Stundenmittel $0^1/_2$, $2^1/_2$, $4^1/_2$ u. s. w. und die ungeraden $1^1/_2$, $3^1/_2$ u. s. f. gesondert ausgeführt. Die angegebenen Zahlen sind die Mittel der beiden erhaltenen nach Reduktion der Phasenzeit auf 0h. Auf diese Weise

1) C. Runge: Zerlegung in Sinuswellen. Elektrotechnische Zeitschrift. 26 (Heft 11), 1905.

Digitized by Google

Ermittlung der Korrektion der Barographen im Oktober 1906.

Datum	Zeit	Luftdruck	Barogr.	Temp.	Korrekt. des Barogr.	auf 27° reduzierte Korrekt.	Mittel der Woche
1	7a 25	759.3	768.9	26.8	− 9.6	− 9.6	
2	6a 48	758.9	769.0	23.4	− 10.1	− 9.5	
3	7a 35	758.5	768.0	26.9	− 9.5	− 9.5	
4	8a 30	759.2	768.8	26.9	− 9.6	− 9.6	
5	6a 48	758.7	768.5	24.5	− 9.8	− 9.5	− 9.56
6	7a 34	759.3	769.0	26.6	− 9.7	− 9.6	
7	7a 25	759.6	769.0	26.6	− 9.4	− 9.4	
8	6a 34	759.3	769.5	23.7	− 10.2	− 9.8	
9	6a 58	759.5	769.4	24.4	− 10.1	− 9.7	
10	6a 46	759.2	769.1	24.3	− 9.9	− 9.5	
11	6a 55	759.2	769.0	23.4	− 9.8	− 9.3	
12	6a 48	758.9	768.8	24.9	− 9.9	− 9.6	− 9.52
13	6a 50	758.6	768.4	23.6	− 9.8	− 9.3	
14	7a 40	758.7	768.7	24.1	− 10.0	− 9.6	
15	7a 30	758.2	768.0	26.4	− 9.8	− 9.7	
16	7a 10	757.8	768.0	24.4	− 10.2	− 9.8	
17	6a 35	756.4	766.4	23.6	− 10.0	− 9.5	
18	7a 20	755.8	765.2	27.4	− 9.4	− 9.5	
19	7a 3	756.1	765.5	27.0	− 9.4	− 9.4	− 9.59
20	7a 30	757.0	766.7	26.5	− 9.7	− 9.6	
21	7a 0	757.2	767.0	25.0	− 9.8	− 9.5	
22	7a 25	757.9	768.0	25.0	− 10.1	− 9.8	
23	6a 40	756.7	766.9	23.9	− 10.2	− 9.8	
24	7a 18	757.8	767.1	26.0	− 9.3	− 9.2	
25	8a 30	757.8	767.1	26.4	− 9.3	− 9.2	
26	7a 20	758 3	768.0	25.6	− 9.7	− 9.5	− 9.49
27	6a 45	757.8	767.5	25.2	− 9.7	− 9.5	
28	6a 36	757.9	767.9	23.6	− 10.0	− 9.5	
29	6a 52	756.0	766.0	24.6	− 10.0	− 9.7	

Digitized by Google

war es möglich, die Rechnungen nach genauer Unterweisung von ganz ungeübtem Personal ausführen zu lassen, wobei die Kontrolle darin bestand, daß sich die Konstanten, welche sich aus der Reihe der geraden Stunden und der Reihe der ungeraden ergaben, nur um geringfügige Werte unterscheiden durften. Da diese Unterschiede in den Phasenwinkeln wohl niemals über 4 Minuten, die der Amplituden nie über 3 % gingen, läßt sich schließen, daß Ablesungen von 2 zu 2 Stunden in dem gleichmäßigen Klima Samoas schon die nötige Genauigkeit haben würden.

Ueber den Fehler, welchen man begeht, wenn man den Mittelwert der Ordinate zwischen den Stunden x^h und $x+1^h$ für die Zeit $x+{}^1/_2{}^h$ ansetzt, ist schon auf Seite 61 ausführlich gesprochen worden. Die daselbst auf Grund der Aehnlichkeit der Temperaturkurve zwischen 5a und 11a mit dem Verlauf des Sinus zwischen 270° und 90° angestellte Berechnung gilt wörtlich und mit voller Beweiskraft für den halbtägigen Gang des Luftdrucks. Der begangene Fehler bleibt also unter 1 % der Amplitude.

C. Die Ergebnisse der Luftdruckregistrierungen.

Die bekannte Regelmäßigkeit im Verlaufe des Luftdruckes in der Tropenzone gestattet es aus den Registrierungen von vier Jahren schon Schlüsse von allgemeiner Bedeutung zu ziehen. Besonders zeigt sich das in Samoa, wo der Barograph Tag für Tag seine doppelte Schwankung zeichnet und es nie vorkommt, daß der Luftdruck am Morgen größer ist als nachmittags.

Die aus den 4 Jahren sich ergebenden Monatsmittel und die Veränderlichkeit derselben innerhalb dieser Zeit sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Monatsmittel des Luftdrucks.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
1902 .											(55.88	55.76)	
1903 .	55.34	54.60	55.98	56.37	57.92	58.43	58.16	59.52	58.99	57.99	56.34	56.65	57.19
1904 .	57.01	56.95	57.01	56.95	58.52	58.68	59.19	59.19	58.91	57.82	56.44	56.53	57.77
1905 .	55.41	54.64	55.89	57.66	57.59	58.15	57.96	58.49	58.97	57.30	57.01	56.46	57.13
1906 .	54.81	55.44	56.98	57.10	57.71	58.40	58.48	59.06	58.75	57.86	56.51	56.16	57.27
Mittel	55.64	*55.41*	56.46	57.02	57.94	58.42	58.45	59.06	58.90	57.74	56.58	56.45	57.34
Mittlere Veränderlichkeit .	0.68	**0.79**	0.53	0.36	0.30	0.14	0.39	0.29	*0.08*	0.22	0.22	0.15	0.21

Digitized by Google

Es zeigt sich ein ausgesprochener jährlicher Gang der Veränderlichkeit des Monatsmittels. In den Monaten Januar, Februar und März ist sie außerordentlich groß. Es sind dies die sogenannten Sturmmonate, wo Orkane die Südsee durchziehen. In allen übrigen Monaten ist die Veränderlichkeit viel geringer, besonders klein im September, welches auch sonst der ruhigste und angenehmste Monat des Jahres ist.

Aus der mittleren Veränderlichkeit des Jahresmittels von 0.21 geht nach der Fechner'schen Formel hervor, daß in diesen 50 Monaten die Genauigkeit von 0.1 mm schon erreicht ist.

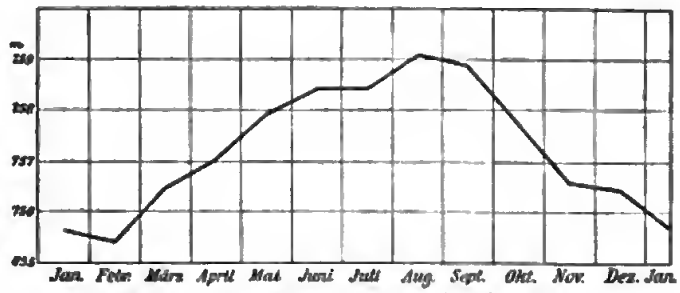


Fig. 21. Jährlicher Gang des Luftdruckes.

Die Monatsmittel selbst haben einen stark ausgebildeten jährlichen Gang: Ein Maximum in der Passatzeit (August), ein Minimum in der Regenzeit (Februar). Die Ursache ist in der Verschiebung des meteorologischen Äquators mit der Deklination der Sonne zu suchen.

Im südlichen Sommer liegt Samoa nahe der Zone niedrigsten Luftdruckes. Die Luftzirkulation wird einerseits beeinflußt von einer Depression über dem australischen Kontinent und dem Hochdruck über Asien; andererseits läßt sich eine Wechselwirkung des Hochdruckgebietes unter den Rossbreiten an der Westküste Südamerikas und dem obengenannten Tiefdruck über Australien erkennen. Überwiegt letzterer Einfluß, so wehen in Samoa östliche bis nordöstliche Winde; das ist gewöhnlich der Fall. Oft kommen im Sommer jedoch nordwestliche Winde zum Durchbruch, welche als Monsunwinde Asiens anzusehen sind, verstärkt durch den Antipassat höherer Schichten.

Im südlichen Winter breitet sich jedoch das südöstliche Hochdruckgebiet der Rossbreiten bis nach Samoa aus und bewirkt dort die stetigen Passatwinde. Die Figur 21 lehrt uns, daß diese Ausbreitung allmählich vom Februar bis zum September vor sich geht. Darauf verdrängt die Cyklone des meteorologischen Äquators schnell wieder die Anticyklone in höhere Breiten.

Die jährliche Schwankung beträgt nahezu 4 mm.

Es wurde schon erwähnt, daß in den Monaten Januar bis März, oft auch schon im Dezember, Orkane in der Nähe Apias vorüber ziehen. Nur selten kommt das Zentrum über Samoa selbst hinweg. In den Jahren 1902 bis 1906 sind nur an zwei Tagen kleine ausgeprägte Cyklonen registriert worden und zwar am 11. und 13. Februar 1903. (S. umstehende Figur 22). Immerhin war der Luft-

Digitized by Google

druck nicht unter 745 gesunken. Die absolute Schwankung in den 4 Jahren ist daher nur 17.8 mm. Auch in Dr. Funk's 16-jährigem Mittel beträgt sie nur 18.3 mm. Es geht aber das Gerücht, daß vor mehr als 100 Jahren der Luftdruck in Apia einmal unter 700 mm gesunken sei.

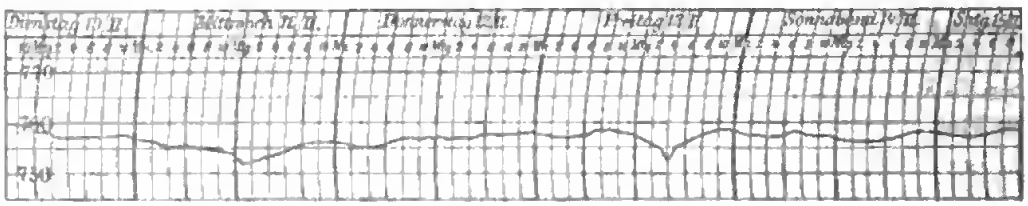


Fig. 22. Barograph in Apia vom 10. bis 15. Februar 1903. Korr.: —6.1 mm

Amplituden der Luftdruck-Schwankung.

	Absolutes		Monatliche Schwankung	
	Max.	Min.	Absolute	Mittlere
Jan.	60.6	47.9	12.7	8.0
Febr.	60.2	45.1	15.1	7.3
März	61.2	47.0	14.2	9.0
April	60.6	52.2	8.4	7.3
Mai	61.6	54.1	7.5	5.9
Juni	61.8	54.7	7.1	6.3
Juli	61.4	54.5	*6.9*	*5.5*
Aug.	62.9	54.7	8.2	6.3
Sept.	62.7	55.3	7.4	6.4
Okt.	61.1	51.7	9.4	6.8
Nov.	61.3	50.4	10.9	7.8
Dez.	60.7	50.7	10.0	8.1
Jahr	62.9 (Aug. 03	45.1 Febr 03)	17.8 (absolut)	7.1 (Mittel)

Mittlere tägliche Schwankung.

	Aperiodisch	Periodisch	$2r_1$	$2r_2$
Jan.	2.71	2.07	0.94	1.44
Febr.	2.70	2.08	0.92	1.50
März	2.74	2.31	1.02	1.58
April	2.61	2.32	1.00	1.56
Mai	2.70	2.42	1.00	1.56
Juni	2.54	2.27	0.94	1.44
Juli	*2.42*	*2.18*	0.86	*1.42*
Aug.	2.50	2.26	*0.82*	1.54
Sept.	2.54	2.27	0.94	1.56
Okt.	2.60	2.14	*0.84*	1.54
Nov.	2.58	2.16	0.88	1.54
Dez.	*2.49*	*2.00*	0.92	*1.38*
Jahr	2.60	2.17	0.92	1.50

Die mittlere monatliche Schwankung (Differenz der registrierten Extreme in jedem Monate im Mittel von 4 Jahren) ist äußerst klein, durchschnittlich 7 mm, während schon die tägliche aperiodische Schwankung 2.6 mm beträgt. Man hat deshalb oft gesagt, daß in den Tropen das Barometer seinen Ruf als „Wetterglas" verliere. Das ist aber nicht der Fall. Eine jede Störung, welche sich in regnerischem, böigem Wetter äußert, ist mit einer — allerdings schwachen —

Digitized by Google

barometrischen Depression verknüpft. Fällt der Luftdruck von einem Tag zum andern um 1 bis 2 mm, so ist eine auffallende Wetteränderung zu erwarten.

Es soll hier auch noch ausdrücklich betont werden, daß sich — abgesehen von dem in Figur 22 dargestellten Unwetter im Februar 1903 — auch bei den schwersten Böen und Gewittern keine plötzlichen Luftdruckschwankungen („Gewitternasen") bemerkbar machten.

Die monatliche Schwankung ist in den Sturmmonaten, besonders März am größten, im Juli am kleinsten.

Von besonderem Interesse ist die tägliche Luftdruckschwankung. Wir haben in obiger Tabelle wieder die mittleren Differenzen der registrierten Extreme (unperiodische Schwankung) und die Differenzen des höchsten und niedrigsten mittleren Stundenmittels (periodische Schwankung) für die einzelnen Monate gesondert betrachtet. Da zeigt sich überall jener eigentümliche jährliche Gang, welcher in höheren Breiten nur in der Amplitude r_2 der halbtägigen Schwankung auftritt: Maximum zur Zeit der Äquinoktien, Minimum zur Zeit der Solstitien. Die letzten beiden Kolumnen der obigen Tabelle geben zum Vergleiche die doppelten Amplituden r_1 und r_2 der Sinusreihe wieder. Bei beiden findet sich dieser Gang ausgeprägt.

Ehe wir jedoch näher auf die wichtige Frage nach der Ursache der täglichen Barometerschwankungen eingehen, sollen in umstehender Tabelle die mittleren Stundenwerte des Luftdrucks mitgeteilt werden.

Das höchste Maximum fällt meist zwischen 9a und 10a, in den Sommermonaten jedoch schon zwischen 8a und 9a. Entsprechend variiert die Eintrittszeit des Nachtminimums, welches sich ebenfalls im Sommer etwas verfrüht und im Mittel gegen 4a eintritt. Das Hauptminimum am Nachmittage und das zweite, nächtliche Maximum fallen stets auf dieselbe Zeit, 3p bis 4p resp. 10p bis 11p.

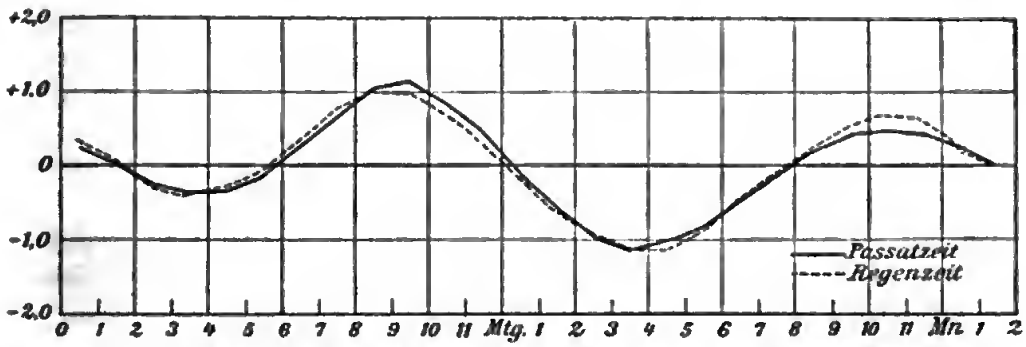


Fig. 23. Täglicher Gang des Luftdruckes in Passat- und Regenzeit.

Die obige Figur 23 zeigt den täglichen Verlauf in Passat- und Regenzeit. Die Abweichung ist sehr gering und beruht fast nur auf Änderung des ersten Gliedes.

Digitized by Google

Täglicher Gang

	Vormittag											
	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12
Jan.	+0.32	+0.01	−0.26	*−0.35*	−0.29	+0.02	+0.48	+0.83	**+0.96**	+0.86	+0.55	+0.20
Febr.	+0.38	+0.07	−0.22	*−0.36*	−0.29	+0.11	+0.26	+0.67	**+0.97**	+0.95	+0.67	+0.33
März	+0.34	+0.08	−0.20	*−0.33*	−0.28	+0.08	+0.30	+0.72	**+1.09**	**+1.14**	+0.80	+0.38
April	+0.31	+0.06	−0.16	*−0.27*	*−0.29*	+0.14	+0.24	+0.64	**+1.02**	**+1.14**	+0.90	+0.45
Mai	+0.27	+0.07	−0.17	*−0.28*	*−0.28*	+0.14	+0.23	+0.60	**+1.08**	**+1.22**	+0.96	+0.53
Juni	+0.23	+0.08	−0.12	*−0.27*	*−0.27*	+0.14	+0.13	+0.54	**+1.02**	**+1.16**	+0.94	+0.55
Juli	+0.19	+0.05	−0.17	*−0.31*	−0.29	+0.19	+0.13	+0.53	+0.99	**+1.13**	+0.93	+0.56
Aug.	+0.28	+0.02	−0.26	*−0.38*	*−0.38*	+0.23	+0.17	+0.60	**+1.01**	**+1.16**	+0.93	+0.53
Sept.	+0.22	+0.05	−0.30	*−0.41*	−0.32	+0.12	+0.34	+0.80	**+1.13**	**+1.18**	+0.89	+0.46
Okt.	+0.24	+0.04	−0.33	*−0.45*	−0.34	+0.14	+0.32	+0.79	**+1.08**	**+1.04**	+0.75	+0.38
Nov.	+0.19	+0.13	−0.39	*−0.44*	−0.30	+0.04	+0.48	+0.88	**+1.06**	+0.93	+0.60	+0.23
Dez.	+0.28	+0.00	−0.24	*−0.34*	−0.25	+0.01	+0.48	+0.81	+0.93	+0.81	+0.54	+0.17
Jahr	+0.27	+0.02	−0.24	*−0.35*	−0.30	+0.11	+0.30	+0.70	**+1.03**	**+1.06**	+0.79	+0.40
Passat	+0.24	+0.02	−0.22	*−0.35*	−0.31	+0.16	+0.22	+0.64	**+1.05**	**+1.15**	+0.90	+0.50
Regen	+0.30	+0.02	−0.24	*−0.35*	−0.28	+0.06	+0.36	+0.76	**+1.00**	+0.97	+0.68	+0.29

Die täglichen Luftdruckschwankungen sind — im Gegensatz zu denen der übrigen meteorologischen Elemente — reine Sinuswellen und zwar lassen sie sich schon durch 3 Glieder der Sinusreihe bis zu der erreichbaren Genauigkeit darstellen. Das vierte Glied hat nur eine Amplitude von 0.01 mm und dürfte nur rechnerische Bedeutung haben. Schon die physikalische Bedeutung des dritten Gliedes mit 0.1 mm Amplitude ist zweifelhaft.

In der Tabelle auf Seite 102 sind die Konstanten der ersten drei Glieder wiedergegeben.

Der jährliche Gang der Amplitude r_1 und r_2 ist schon beschrieben worden. Auch r_3 hat einen ausgesprochenen Gang, welcher aber direkt entgegengesetzt denen der ersten beiden Glieder ist. Hingegen stimmt der jährliche Gang der Phasenwinkel α_1, α_2, α_3 dem Vorzeichen nach überein: Maximum im Januar, Minimum im Juli. Der Betrag variiert jedoch sehr verschieden. α_2 bleibt fast konstant, seine Änderung beträgt während des Jahres nur 14 Minuten. α_1 hingegen schwankt um 80, α_3 sogar um 144 Minuten.

Digitized by Google

des Luftdruckes. 1902/06.

Nachmittag												Mittel
0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12	
−0.21	−0.54	−0.90	−*1.11*	−1.10	−0.83	−0.48	−0.13	+0.22	+0.52	+0.73	+0.64	755.64
−0.15	−0.54	−0.88	−*1.11*	−1.15	−0.95	−0.54	−0.17	+0.20	+0.50	+0.71	+0.69	755.41
−0.16	−0.63	−1.01	−*1.17*	−1.16	−0.96	−0.51	−0.16	+0.18	+0.49	+0.66	+0.61	756.46
−0.12	−0.59	−1.00	−*1.18*	−1.14	−0.91	−0.56	−0.19	+0.22	+0.46	+0.58	+0.56	757.02
−0.12	−0.61	−1.06	−*1.20*	−1.11	−0.88	−0.54	−0.18	+0.20	+0.40	+0.47	+0.42	757.94
−0.08	−0.52	−0.96	−*1.11*	−1.04	−0.81	−0.49	−0.20	+0.14	+0.34	+0.39	+0.33	758.42
−0.02	−0.47	−0.90	−*1.05*	−0.96	−0.81	−0.48	−0.17	+0.14	+0.36	+0.38	+0.35	758.45
−0.03	−0.49	−0.94	−*1.10*	−1.02	−0.82	−0.46	−0.11	+0.23	+0.42	+0.50	+0.46	759.06
−0.08	−0.52	−0.94	−*1.09*	−1.05	−0.91	−0.49	−0.14	+0.20	+0.40	+0.50	+0.44	758.90
−0.14	−0.54	−0.90	−*1.06*	−1.05	−0.84	−0.43	−0.10	+0.26	+0.48	+0.60	+0.48	757.74
−0.23	−0.60	−0.93	−*1.10*	−1.07	−0.83	−0.41	−0.06	+0.31	+0.56	+0.67	+0.56	756.44
−0.25	−0.57	−0.89	−*1.07*	−1.03	−0.82	−0.42	−0.09	+0.25	+0.51	+0.66	+0.57	756.31
−0.13	−0.55	−0.94	−*1.11*	−1.07	−0.86	−0.48	−0.14	+0.21	+0.45	+0.57	+0.51	757.31
−0.08	−0.52	−0.95	−*1.10*	−1.04	−0.84	−0.48	−0.15	+0.20	+0.40	+0.47	+0.41	758.42
−0.19	−0.58	−0.94	−*1.12*	−1.11	−0.88	−0.49	−0.13	+0.23	+0.51	+0.67	+0.60	756.21

Die Schwankung der Phasenwinkel entspricht einer Verfrühung des Eintritts der Extreme im Sommer, einer Verspätung im Winter, was in gleicher Weise auch bei der Temperatnr gefunden wurde.

Der tägliche Barometergang ist Gegenstand zahlreicher theoretischer und statistischer Untersuchungen gewesen. Hente ist die vorherrschende Ansicht die, daß die Luftdruckschwankungen Folgeerscheinungen der täglichen Temperaturänderungen sind. Unter dem Einflusse dieser periodischen Temperaturerhöhungen am Tage bilden sich Luftwellen aus, welche parallel den Breitengraden die Erde umkreisen. Nach Margule's Berechnungen ist es wahrscheinlich, daß die Erdatmosphäre eine Eigenschwingung von nahezu 12 Stunden hat, während in der Nähe von 24 Stunden keine Eigenperiode gefunden wurde. Durch diese Resonanzwirkung hat das zweite Glied des Temperaturganges eine wesentlich größere Wirkung als das drei bis viermal größere ganztägige Glied. Man stellt sich also die ganztägige Luftdruckwelle als erzwungene, die halbtägige als in der Hauptsache freie Schwingung vor.

Harmonische Konstanten des Luftdrucks.

	r_1	r_2	r_3	α_1	α_2	α_3
Januar .	0.47	0.72	0.11	19	161	110
Februar .	0.46	0.75	0.08	17	154	88
März . .	0.51	0.79	0.09	13	157	52
April . .	0.50	0.78	0.09	11	155	25
Mai . . .	0.50	0.78	0.12	6	155	6
Juni . .	0.47	0.72	0.14	2	154	3
Juli . .	0.43	0.71	0.12	— 1	154	5
August .	0.41	0.77	0.11	2	155	17
September	0.47	0.78	0.09	0	159	48
Oktober .	0.42	0.77	0.08	7	160	70
November	0.44	0.77	0.10	14	163	111
Dezember	0.46	0.69	0.10	19	163	111
Jahr . .	0.46	0.75	0.08	8	157	48
Passat .	0.45	0.75	0.10	1	155	13
Regen . .	0.47	0.75	0.08	16	159	84

Da nun zur Aufrechterhaltung der letzteren eine wesentlich geringere Energie gehört als zur ersteren, hat der lokale Temperaturgang eines einzigen Tages geringen Einfluß auf die gleichzeitige halbtägige Luftdruckschwankung desselben Ortes. Die letztere ist vielmehr abhängig von der Summe aller Impulse auf der ganzen Erdoberfläche während einer längeren Zeit. Da nun diese Summe unabhängig davon ist, ob die Sonne südlich oder nördlich vom Äquator steht, findet man keine entgegengesetzten Veränderungen auf der Süd- und Nordhemisphäre, sondern eine auffallende Übereinstimmung. Die halbtägige Schwankung nimmt mit dem Luftdruck (Höhe) und mit der Breite ab.

Wenn die Annahme, daß die täglichen Schwankungen des Luftdrucks von den Temperaturschwankungen verursacht werden, richtig ist, müßte man die für die Luftdruckschwankungen abgeleiteten Gesetze im Mittel der Temperaturschwankungen einer Anzahl gleichmäßig über die Erde verteilter Stationen wiederfinden. Bei dem ausgesprochen kosmischen Charakter der ganzen Erscheinungen kann ein Parallelismus an *demselben Orte* nicht erwartet werden, ja nicht einmal die Temperaturänderungen ganzer Breitenkreise oder einzelner Zonen sind allein maßgebend für diese freie Schwingung der Atmosphäre. Und

Digitized by Google

wenn es auch gelänge, das genügende Beobachtungsmaterial vom Festlande zusammenzubringen, so werden die Lücken über den Ozeanen noch lange fühlbar bleiben. Und wenn man auch hierüber sichere Kunde bekäme, wird es noch lange dauern, bis wir über die Temperaturschwankungen in höheren Schichten hinreichend unterrichtet sind.

Durch Beobachtungen der gleichzeitigen Temperatur- und Luftdruckschwankungen dem Problem näher zu kommen, dürfte also große Schwierigkeiten machen.

Wenn man jedoch überlegt, daß die Temperaturschwankungen an der Erdoberfläche im gewissen Sinne Wirkungen der Strahlung sind und daß die oberen Luftschichten lediglich infolge Strahlungsänderungen ihre Temperatur variieren, so kann man die Theorie der Luftdruckgezeiten in Analogie mit den Gezeiten des Ozeans, welche durch die Gravitation bedingt werden, aus den Gesetzen der Strahlung herleiten.

Das ist jedoch bisher nicht geschehen und die bisher bekannten Beziehungen zwischen der Amplitude der Barometerschwankung und der Entfernung Erde-Sonne einerseits, der Deklination der Sonne andrerseits sind durch Probieren gefunden.

So hat Angot[1]) an einer großen Reihe Stationen nachgewiesen, daß die Amplitude der halbtägigen Luftdruckschwankung sich mit dem Quadrat des Kosinus der Deklination und umgekehrt mit dem Quadrat der Entfernung der Erde von der Sonne ändert. Die letztere Schwankung beträgt 7 % des Maximalwertes. Sie ist eine 12-monatliche und bedingt ein Maximum der Amplitude am 1. Januar.

Die Änderung der Sonnendeklination hingegen ist eine 6-monatliche und erfordert Maxima der Barometerschwankung am 21. März und 21. September zur Zeit des Äquatorstandes der Sonne, Minima zur Zeit der Solstitien. Die nach obigem Gesetz hervorgerufene halbtägige Schwankung der Amplitude beträgt 15 % der maximalen Amplitude.

Wir wollen an einigen neueren Beobachtungsreihen zeigen, wie diese Gesetze mit den Tatsachen überein stimmen.

J. Hann gibt in seinem Lehrbuch als Mittel von 16 Stationen zwischen $+45^\circ$ und -45° Breite den jährlichen Gang der halbtägigen Amplitude wieder und findet die Reihe $0.670 + 0.044 \sin(98^\circ + x) + 0.041 \sin(298^\circ + 2x)$.

Ferner hat R. Börnstein[2]) zur Klärung dieser Fragen Material von 15 weiteren Stationen zusammengestellt. Es werden Mittel abgeleitet für die nördliche gemäßigte Zone (50° N) die Tropen (1° S) und die südliche gemäßigte Zone (35° S).

Dann ergab die harmonische Analyse der jährlichen Schwankung von r_2:

für 50° N $0.25 + 0.024 \sin(298^\circ + x) + 0.034 \sin(287^\circ + 2x)$ mm
für 1° S $0.88 + 0.038 \sin(95^\circ + x) + 0.049 \sin(294^\circ + 2x)$
für 35° S $0.56 + 0.015 \sin(112^\circ + x) + 0.033 \sin(345^\circ + 2x)$.

Da der Phasenwinkel des ersten Gliedes für die nördliche gemäßigte Zone

1) Angot: La marche diurne du baromètre. Ann. du Bureau Central Météor. de France. 1887, t. I

2) R. Börnstein: Die halbtägigen Schwankungen der Temperatur und des Luftdrucks. Wien. Ber. 115, IIa, 1906.

Digitized by Google

stark von den anderen abweicht, haben wir von 4 italienischen Stationen Mailand, Turin, Modena, Rom, von welche J. Hann die Konstante r_2 angibt, die jährliche Schwankung analysiert und bekamen

für 44° N $\quad 0.34 + 0.013 \sin(75° + x) + 0.035 \sin(311° + 2x)$

In Apia besteht die Reihe

$$0.75 + 0.008 \sin(317° + x) + 0.041 \sin(298° + 2x)$$

Bei Betrachtung der Konstanten dieser 6 Reihen ersieht man, daß der 2. Phasenwinkel (α_2) des Gliedes, welches die Abhängigkeit von der Sonnendeklination darstellt, recht konstant ist. Er beträgt im Mittel 306° und nach Reduktion auf den Jahresanfang 276°. Das Maximum fällt also tatsächlich auf die letzten Tage des März und des September.

Drückt man die $2r_2$ in Prozenten der Maximalamplitude aus, so ergibt sich

für die Tropen (+ 45 bis − 45)	12 %
50° N	24
1° S	11
35° S	11
44° N	18
Apia 14° S	10
Mittel	14 %

während das empirisch gefundene Gesetz 15% verlangt, also eine gute Übereinstimmung.

Sehr viel weniger stimmt aber die verlangte Beziehung zur Entfernung der Sonne. Das Maximum soll am 1. Januar eintreten, also müßte der Phasenwinkel des ersten (zwölfmonatlichen Gliedes) α_1 nach Reduktion auf den Jahresanfang 90° betragen.

Obige Reihen zeigen jedoch, daß zweimal, nämlich für 50° N und für Apia gerade ein Minimum auf den Jahresanfang fällt. Zwar ist die Amplitude in Samoa nur gering (1 %), in Norddeutschland jedoch übereinstimmend sehr groß (im Mittel 18 %).

Es geht daraus unabweislich hervor, daß andere Umstände in Betracht kommen, welche bisher in der Theorie nicht enthalten sind. Wir denken in erster Linie an eine Mitwirkung der halbtägigen Temperaturschwankung in den betreffenden Gegenden, welche in beiden Fällen denselben jährlichen Verlauf wie die Luftdruckschwankung aufweist.

Es würde zu weit führen und die Heranziehung vieler anderer Beobachtungen erfordern, wenn wir hier näher auf diese hochinteressanten Erscheinungen eingehen wollten.

Es soll nur noch die Sinnsreihe für den jährlichen Gang des 2. Phasenwinkels α_2 der halbtägigen Luftdruckschwankung angeführt werden: Sie lautet in Apia:

$$157° + 4.2 \sin(138° + x) + 1.7 \sin(209° + 2x)$$

Für die drei von R. Börnstein betrachteten Zonen ergab sich:

50° N $\quad 146 + 5.0 \sin(101° + x) + 3.4 \sin(183 + 2x)$
1° S $\quad 155 + 3.6 \sin(144° + x) + 2.6 \sin(225° + 2x)$
35° S $\quad 164° + 3.7 \sin(205° + x) + 3.4 \sin(175° + 2x)$

Digitized by Google

Auch hier zeigt sich eine bessere Übereinstimmung im zweiten, 6-monatlichen Gliede.

Jedenfalls liegt hier für theoretische Untersuchungen noch ein dankbares Feld.

Auch für den täglichen Gang des Luftdrucks ist die Berechnung für die oben angeführten 16 heiteren und trüben Tage durchgeführt worden.

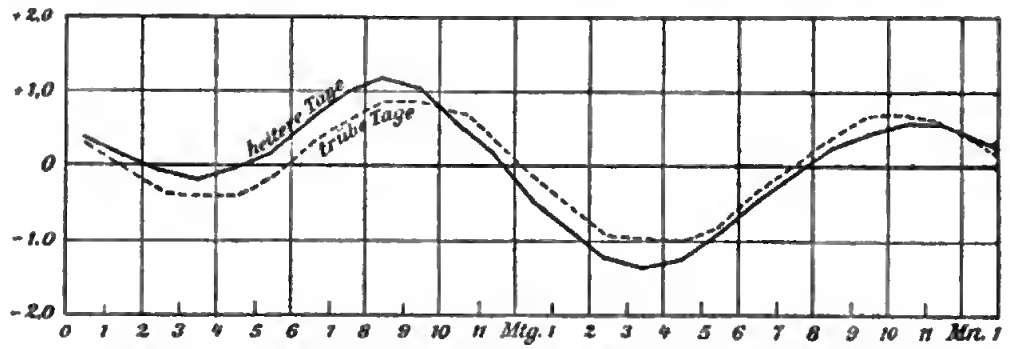


Fig. 24. Täglicher Gang des Luftdruckes an heiteren und trüben Tagen.

Täglicher Gang des Luftdruckes an heiteren und trüben Tagen.

	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12
						Vormittag						
Heitere Tage	+ 0.17	— 0.06	— 0.25	— 0.30	— 0.16	+ 0.04	+ 0.50	+ 0.88	+ 1.09	+ 1.00	+ 0.52	+ 0.14
Trübe Tage	+ 0.20	— 0.09	— 0.38	— 0.48	— 0.46	— 0.22	+ 0.21	+ 0.56	+ 0.83	+ 0.85	+ 0.69	+ 0.31
						Nachmittag						
Heitere Tage	— 0.45	— 0.80	— 1.16	— 1.27	— 1.15	— 0.80	— 0.33	+ 0.02	+ 0.38	+ 0.60	+ 0.75	+ 0.72
Trübe Tage	— 0.15	— 0.52	— 0.91	— 0.97	— 0.97	— 0.82	— 0.31	+ 0.03	+ 0.41	+ 0.70	+ 0.76	+ 0.62

Heitere Tage	Tagesmittel	57.64	Mittleres Max.	58.99	Mittleres Min.	56.26	Amplitude	2.73
Trübe Tage		56.97		58.22		55.76		2.46

Als harmonische Konstanten ergaben sich folgende:

	r_1	r_2	α_1	α_2
Mittel . . .	0.46 mm	0.75 mm	8°	157°
Heitere Tage	0.65 mm	0.74 mm	20°	168°
Trübe Tage .	0.35 mm	0.74 mm	20°	158°

Es wird das bekannte Resultat bestätigt, daß nur das erste Glied vom Wetter abhängig ist. Hier scheint sogar der Phasenwinkel unverändert, nur die

Amplitnde ist an trüben Tagen fast auf den halben Betrag zurückgegangen. Die Differenz des Luftdruckganges an heiteren und trüben Tagen läßt sich ausdrücken als

$$0.30 \sin (20^0 + x) \text{ mm}.$$

Der Unterschied ist verhältnismäßig gering, die Extreme fallen auf dieselben Tageszeiten.

Terminbeobachtungen des Luftdruckes wurden sowohl von Herrn Dr. Funk, als auch von Dr. Tetens um 7a, 2p und 9p angestellt. Es ist zu untersuchen, inwiefern das Mittel dieser drei Termine dem Tagesmittel entspricht.

Zu diesem Zwecke sind, wie es auch schon bei der Temperatur geschehen ist, für 7a, 2p und 9p die Momentanwerte zur vollen Stunde aus den benachbarten Stnndenmittelwerten interpoliert mittels der Formel

$$t_7 = \tfrac{1}{2}\,\frac{t_{6-7} + t_{7-8}}{2} + \tfrac{1}{8}\left(\frac{t_{6-7} + t_{7-8}}{2} - \frac{t_{8-9} + t_{8-9}}{2}\right) \text{ etc.}$$

Es ergaben sich folgende Momentanwerte des Luftdrucks (Abweichungen gegen das Tagesmittel):

	7a	2p	9p	Korrektion des Mittels $\frac{7+2+9}{3}$
Januar	+0.68	−0.73	+0.39	−0.11
Februar	+0.46	−0.72	+0.36	−0.03
März	+0.51	−0.84	+0.35	−0.01
April	+0.44	−0.82	+0.36	+0.01
Mai	+0.41	−0.86	+0.32	+0.04
Juni	+0.33	−0.76	+0.26	+0.06
Juli	+0.33	−0.70	+0.27	+0.03
August	+0.38	−0.74	+0.34	+0.01
September	+0.58	−0.75	+0.32	+0.05
Oktober	+0.57	−0.74	+0.39	−0.07
November	+0.70	−0.77	+0.46	*−0.13*
Dezember	+0.66	−0.74	+0.39	−0.10
Jahr	+0.51	−0.77	+0.34	−0.03

Das Jahresmittel ist also innerhalb der Fehlergrenze richtig. Hingegen zeigt sich ein starker jährlicher Gang der Korrektion mit einer Schwankung von 0.19 mm, wie sie sich ganz ähnlich auch bei der Temperatur ergab.

Digitized by Google

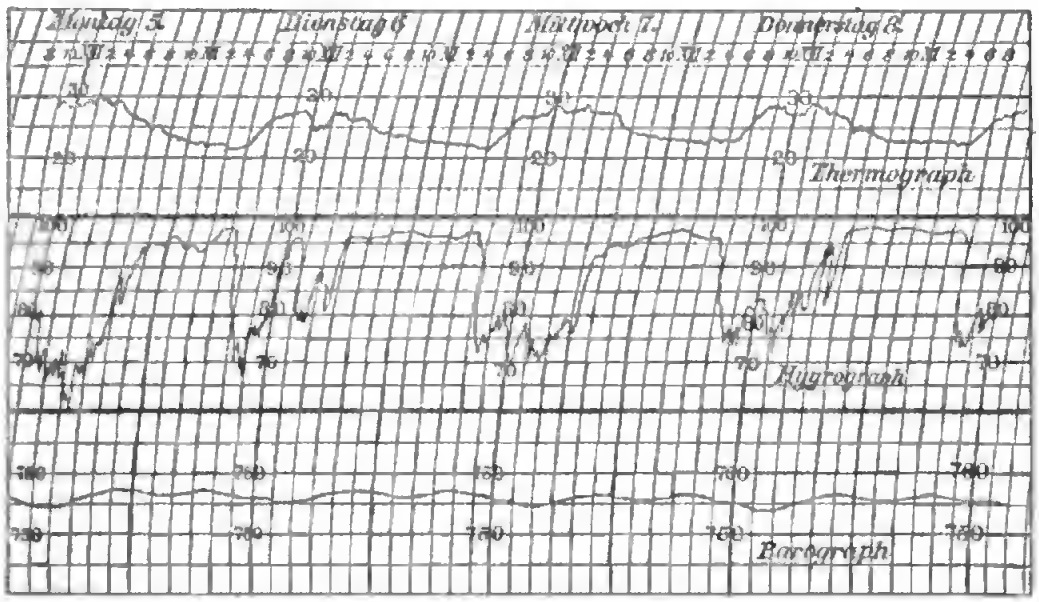


Fig. 25. Registrierung von Temperatur, Feuchtigkeit und Luftdruck an typischen Passattagen.

Die letzte Figur zeigt zum Schluß noch die Registrierung von Temperatur, Feuchtigkeit und Luftdruck während einiger typischen Passattage. Der gleichmäßige Gang der Temperatur mit einzelnen Einbuchtungen der Kurven bei Regenböen steht im engsten Zusammenhang mit den großen entsprechenden Schwankungen der Feuchtigkeit. Man kann direkt erkennen, was oben abgeleitet wurde, daß bei gleichbleibender absoluter Feuchtigkeit einem Grad Temperaturschwankung fünf Prozent Schwankung der relativen Feuchtigkeit entsprechen.

Die gleichmäßigen Sinuswellen des Luftdrucks stellen das bekannte Tropenphänomen dar.

Anhang.

Stundenmittelwerte der meteorologischen Elemente während der Monate September und November 1906

als Beispiele für den Verlauf in den Passatmonaten (September) und den Regenmonaten (November).

Bemerkungen zu den Tabellen der stündlichen Werte.

1. Es sind durchgehends Stundenmittelwerte angegeben.
2. Zur genauen Interpolation der Momentanwerte zu einer vollen Stunde dient die auf Seite 63 entwickelte Formel.
3. Unsichere oder interpolierte Werte sind *knrsiv* gedruckt.

I. Windtabellen. (S. 110—113.)

4. Die Windrichtungen sind nach der 16-teiligen Windrose wiedergegeben;
5. Die Windgeschwindigkeiten in m/s.
6. Da das benutzte Anemometer Windgeschwindigkeiten unter 1.8 m/s nicht aufzeichnete, sind als kleinere Werte nur die Zahlen 1 und 0 nach dem Verhalten der Registrierung von Windrichtung und -geschwindigkeit geschätzt worden (s. S. 8 und 9).

II. Regentabellen. (S. 114—117.)

7. Die untere, größere Zahl bedeutet die in der Stunde gefallene Regenmenge in Zehntel Millimeter.
8. Die obere gibt die Dauer des Regenfalls in Minuten wieder. Sie steht in der linken Ecke, wenn die Stunde mit Regen begann, in der rechten, wenn es bis zu Beginn der neuen Stunde regnete. Die Dauer der Regenfälle, welche während der Stunde begannen und aufhörten, stehen in der Mitte.

Digitized by Google

III. Sonnenscheintabellen. (S. 118—121.)

9. Die Sonnenscheindauer während einer Stunde ist in Zehntel Stunde abgelesen.
10. Bei Berechnung der Wahrscheinlichkeit der Sonnenscheindauer ist die Tageslänge um eine Stunde vermindert worden, da der Autograph in der ersten und letzten halben Stunde nicht wirksam ist.

IV. Temperaturtabellen. (S. 122—125.)

11. Die Angaben der Temperatnr sind in Celsiusgraden gemacht.

V. Feuchtigkeitstabellen. (S. 126—133.)

12. Der Dampfdruck ist in Millimeter Quecksilberhöhe ausgedrückt.
13. Die relative Feuchtigkeit wird in % wiedergegeben.

VI. Luftdrucktabellen. (S. 134—137.)

14. Die Luftdruckangaben verstehen sich in mm Quecksilberhöhe unter Weglassung der selbstverständlichen 700.
15. Sie sind auf 0°, auf den Meeresspiegel und auf die Schwere unter 45° Br. reduziert.

Digitized by Google

I. Stundenwerte der Win

1906. Monat September. Vormittag.

Datum	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—1
1	SSE 1.8	SSE 1.8	SSE 1.8	SSE 1.8	SSE 2.1	SSE 2.2	SE 1.8	ESE 1.8	E 3.0	ENE 3.7	NE 5.0	ENE 7
2	ESE 2.3	ESE 2.2	ESE 1.9	ESE 1.9	ESE 2.7	ESE 2.5	ESE 2.6	ESE 3.1	ENE *4.0*	ENE *4.9*	*ENE 5.9*	ENE 6
3	ESE 2.7	ESE 2.5	ESE 2.4	ESE 2.1	ESE 2.8	E 2.9	E *3.6*	E 4.2	ENE 4.8	ENE *5.6*	ENE *6.4*	ENE 7
4	ENE 6.0	E 3.9	E 3.5	E 3.5	E 3.4	E 3.4	E 3.6	E 5.4	E 9.3	ENE 9.6	ENE 9.9	ENE 9
5	ESE 1.8	SE 1.9	SE 2.0	SSE 1.8	SSE 1.8	SSE 1.8	SSE 1.8	E 3.2	E 5.2	ENE 5.7	ENE 6.5	ENE 7
6	ESE 1.8	SE 1.8	SSE 1.8	SSE 1.8	SSE 1.8	SSE 1.8	SSE 1.8	E 1.8	NE 3.4	ENE 5.1	ENE 7.2	ENE 8
7	SE 1.9	SE 2.1	SE 2.1	SE 1.9	SE 1.8	SE 2.6	E 2.4	ESE 2.0	E 3.2	ENE 2 9	ENE *3.8*	ENE 4
8	ESE 2.1	SE 1.9	ESE 2.1	ESE 2.1	ESE 1.9	ESE 2.0	SE 1.9	SSE 1.9	E 2.4	ENE 3.6	ENE 4.3	ENE 3
9	E 2.6	E 3.5	E 3.0	E 2.7	E 2.6	ESE 2.4	E 3.3	ENE 5 3	ENE 6.3	ENE 6.2	ENE 6.3	ENE 6
10	E 3.8	ENE 5 0	ENE 3 8	E 4.3	E 4.3	E 4.3	E 3.4	E 3.8	ENE 6.7	ENE 7.2	E 6.6	E 5
11	E 2.5	ESE 2.6	E 2.2	E 2.1	E 2.3	E 2.0	E 2.9	E 4.3	E 4.0	ENE 3.7	ENE 4.8	ENE 5
12	E 3.1	ENE 4.3	E 3.0	ENE 4.0	ENE 4.0	E 2.5	ENE 3.8	ENE 4.8	ENE 4.4	E 3.1	ESE 2.4	E 2
13	ESE 2.3	ESE 2.5	ESE 2.2	ESE 2.4	ESE 2.5	ESE 2.2	ESE 2.3	ESE 2.3	ENE 3.0	ENE 2.9	ENE 3.1	*ENE 2*
14	ESE 1.8	SE 1.8	SSE 2.1	SSE 1.8	SSE 1.8	SE 1.8	SE 1.8	SSE 1.8	u 1.8	ENE 3.2	ENE 6.3	ENE 7
15	SE 1.8	SE 1.8	SE 1.8	SE 1.8	SE 1.8	SE 1.8	ESE 1.8	E 1.9	ENE 4.0	ENE 2.7	ENE 5.7	ENE 6
16	SE 1.8	SE 1.8	SE 1.8	SE 1.8	SE 1.9	SE 1.8	SE 1.8	SE 1.9	ENE 4.9	ENE 5.4	ENE 6.0	ENE 6
17	E 3.5	ESE 2.1	ESE 2.2	ESE 2.0	ESE 2.2	ESE 2.6	ESE 2.5	E 3.9	ENE 4.9	ENE 5.1	ENE 4.8	ENE 5
18	ESE 2.1	ESE 2.0	ESE 2.0	ESE 2.0	ESE 2.1	ESE 2.3	ESE 2.6	E 3.2	E 4.3	ENE 5.4	ENE 4.8	ENE 2
19	E 2.4	E 2.7	E *3.2*	E *3.7*	ENE *4.2*	ENE *4.7*	ENE *5.1*	ENE *5.5*	ENE *5.9*	ENE 6.3	ENE 6.3	ENE 5
20	ESE 2.6	ESE 2.6	ESE 2.3	ESE 2.0	ESE 1.8	ESE 1.8	SE 1.8	E 2.5	ENE 5.1	ENE 5.1	ENE 4.4	ENE 5
21	ESE 2.2	ESE 2.0	ESE 2.1	ESE 1.8	ESE 1.8	SE 1.8	SE 1.8	ESE 1.9	ENE 3.6	ENE 4.7	ENE 6.0	ENE 5
22	SE 2.5	SE 2.2	SSE 1.8	SSE 1.8	SSE 1.8	SSE 1.8	SSE 2.3	ES 2.7	E 2.9	ENE 3.1	ENE 2.9	ENE 2
23	SE 1.8	SE 1.8	SSE 1.9	SSE *1.8*	SSE *1.8*	SSE *1.8*	SSE *1.8*	ESE 1.8	ENE 2.5	ENE 3.3	ENE 4.0	ENE 3
24	SE 1.8	ESE 1.8	ESE 1.8	SE 1.8	SE 1.8	SE 1.8	SE 1.8	ESE 2.0	ENE 2.6	ENE 1.9	ENE 1.9	ENE 2
25	ESE 3.1	ESE 2 5	ESE 2.3	ESE 2.6	ESE 3.8	E 3.9	E 3.5	E 4.3	ENE 5.8	ENE 6.1	ENE 6.0	ENE 5
26	E 3.6	E 3.2	E 3.1	ESE 2.9	SE *2.5*	SE *2.5*	ESE *2.5*	ESE 2.5	E 3.8	ENE 3.8	ENE 4.5	ENE 3
27	E 4.2	NE 4.0	NE 2.7	NE 2.5	NE 2.8	SE 1.8	SSE 1.8	ESE 2.3	E 3.0	ENE 3.1	ENE 3.4	ENE 3
28	SSE 1.8	SSE 1.8	SSE 1.8	SSE 1.8	SSE *1.8*	SSE *1.8*	SSE 1.8	WSW 2.0	W 3.0	NW 2.3	W 1.8	SSE 1
29	SE 1.8	SE 1.8	SE 1.8	SE *1.8*	SE *1.8*	S *1.8*	S 1.9	S 2.5	SSE 2.1	SSE 1.8	NNE 1.4	NNE 1
30	SSE 1.8	SSE 2.2	SSE 2.1	SSE 1.8	SSE 1.8	SSE 1.8	SSE 1.8	SE 1.8	E 2.5	ENE 3 5	ENE 4.0	ENE 3
Mittel	2.51	2.47	2.29	2.27	2.35	2.34	2.12	2.95	4.08	4.37	4.89	5.02

Digitized by Google

richtung und Windstärke.

Nachmittag.

0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12	Mittel
ENE 7.8	ENE 7.2	ENE 6.3	ENE 6.8	ENE 4.5	ENE 6.0	ENE 5.5	ENE 2.9	E 3.3	ESE 2.4	ESE 2.9	ESE 2.7	3.87
ENE 6.0	ENE 6.5	ENE 7.5	ENE 7.1	E 6.8	E 3.5	E 3.5	E 3.6	E 3.4	E 3.4	E 3.2	E 3.9	4.14
ENE 7.8	ENE 7.8	ENE 7.8	ENE 7.5	ENE 6.7	ENE 5.4	ENE 4.2	ENE 6.0	ENE 5.1	ENE 6.0	ENE 7.9	ENE 6.6	5.25
ENE 8.7	ENE 9.3	ENE 8.4	ENE 8.1	E 7.5	ESE 5.4	ESE 3.5	ESE 3.2	ESE 2.9	ESE 2.4	ESE 2.7	ESE 2.2	5.64
ENE 7.5	ENE 7.4	ENE 7.5	ENE 6.3	ENE 5.6	ENE 5.1	E 3.6	E 3.3	ESE 2.7	ESE 2.6	ESE 3.1	ESE 2.4	4.09
ENE 8.4	ENE 8.4	ENE 7.2	ENE 5.9	E 4.3	ENE 3.5	E 4.6	ENE 4.8	E 3.5	ESE 1.9	ESE 2.5	ESE 2.2	3.98
ENE 5.4	ENE 5.1	ENE 4.3	ENE 4.8	ENE 4.7	ENE 4.0	E 3.7	ESE 2 2	E 2.4	E 4.0	E 3.6	E 3.8	3.32
ENE 4.1	ENE 4.6	ENE 4.4	ENE 4.9	ENE 4.2	ENE 4.0	E 3.5	E 3.0	ESE 2.6	ESE 2.2	ESE 2.3	E 2.5	3.01
ENE 6.3	ENE 6.3	E 4.5	E 4.0	E 3.7	E 3.1	E 4.1	E 3.7	E 3.9	E 4.9	E 4.8	E 4.1	4.35
E 5.0	ENE 5.0	ENE 4.7	E 2.6	E 2.3	E 1.9	ESE 1.8	SE 1.8	ESE 1.8	u 5.0	E 2.3	E 3.1	4.01
ENE 3.7	ENE 6.0	ENE 5.5	ENE 6.0	ENE 5.4	ENE 5.4	ENE 5.2	ENE 4 3	ENE 5.4	ENE 4.8	ENE 4.0	E 3.7	4.07
E 2.8	E 3.5	E 3.4	E 3.2	E 2.5	E 2.9	E 2.5	ESE 2.1	ESE 2.1	ESE 7.0	ESE 2.5	ESE 2.2	3.12
ENE 2.6	NE 4.0	NE 4.6	ENE 3.2	ENE 3.1	ENE 3.3	ENE 4.3	E 2.5	E 1.8	E 1.8	ESE 1.8	ESE 1.8	2.71
ENE 8.1	*ENE* 8.2	ENE 8.7	ENE 8.1	ENE 6.7	ENE *5.2*	ENE 3.8	NE 4.6	ENE 3.5	ESE 2.4	ESE 1.8	ESE 1.8	4.02
ENE 7.2	ENE 5.7	ENE 5.4	ENE 5.7	ENE 4.8	ENE 3.2	ENE 1.8	E 1.8	E 1.8	ESE 1.8	E 2.2	SE 2.3	3.23
ENE 6.3	ENE 5.7	ENE 5.4	ENE 5.1	ENE 5.2	ENE 5.1	ENE 4.9	ENE 4.6	ENE 5.6	ENE 5.5	ENE 5.6	ENE 4.8	4.21
ENE 4.1	ENE 3.5	ENE 3.7	ENE 4.8	ENE 4.6	ENE 5.1	ENE 4.4	E 2.8	ESE 2.6	ESE 2.5	ESE 2.4	ESE 2.3	3.49
ENE 4.8	ENE 3.0	ENE *3.5*	ENE 4.0	ENE 4.0	ENE 3.9	E 4.0	E 2.9	E 4.1	E 3.3	E 2.7	E 2.5	3.26
ENE 4.8	ENE *4.6*	ENE 4.4	ENE 5.1	ENE 4.8	EME 4.8	E 4.2	E 3.2	E 2.6	ESE 2.5	ESE 2.7	ESE 2.6	4.23
ENE 4.5	ENE 4.4	ENE 4.2	E 4.9	E 5.4	E 5.7	E 3.8	ESE 3.0	ESE 2.7	ESE 2 8	ESE 2.2	ESE 2.0	3.46
ENE 6.3	ENE 6.1	ENE 6.9	ENE 7.2	ENE 6.6	ENE 6.6	ENE 5.4	E 3.0	E 1.8	ESE 1.8	SE 1.8	SE 1.8	3.78
NE 2.9	ENE 3.6	ENE 2.8	ENE 2.6	ENE 2.2	ENE 2.4	E 1.8	ENE 1.9	ESE 2.0	ESE 2.0	SE 1.8	SE 1.8	2.34
ENE 4.0	ENE 4.6	ENE 5.9	ENE 5.0	ENE 3.0	ENE 3.1	ENE 3.2	ESE 1.8	ESE 1.8	SE 1.8	SE 1.8	SE 1.8	2.74
ENE 1.9	ENE 3.9	ENE 4.0	ENE 4.7	ENE 5.0	ENE 5.2	ENE 3.4	ESE 2.6	SE 1.8	SE 1.8	SE 1.9	SE 2.5	2.58
ENE 6.1	ENE 6.7	ENE 6.4	ENE 7.8	ENE 7.8	ENE 6.2	ENE 6.7	ENE 6.3	ENE 5.0	ENE 5.6	ENE 5.4	ENE 3.5	5.10
ENE 3.5	ENE 4.3	ENE 4.0	ENE 4.3	ENE 4.2	ENE 4.0	ENE 3.9	ENE 4.6	NE 5.1	NE 2.4	ESE 2.0	ESE 3.3	3.51
ENE 3.8	ENE 3.4	ENE 3.1	ENE 3.3	ENE 3.2	E 2.9	E 3.7	ESE 2.0	ESE 2.4	SE 1.8	SSE 2.0	SSE 1.8	2.86
SSE 1.8	u 2.5	SSE 1.8	ESE 2.0	ESE 2.3	SSE 2.0	ESE 2.0	ESE 2.2	ESE 2.1	ESE 2.3	ESE 1.8	SE 1.8	2.01
NNE 1.8	NNE 1.8	NNE 1.8	NNE 1.8	NNW 1.8	N 1.8	NE 1.8	E 1.8	SSE 1.8	SSE 1.8	SSE 1.8	SSE 1.8	1.84
ENE 3.6	ENE 4.2	ENE 5.4	ENE 4.8	E 4.7	E 4.1	E 3.3	ESE 2.4	ESE 2.0	ESE 1.8	ESE 1.8	SE 1.8	2.85
5.05	5.24	5.12	5.05	4.25	4.16	3.74	3.16	2.99	2.94	2.84	2.71	3.57

Digitized by Google

I. Stundenwerte der Win

1906. Monat November. Vormittag.

0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12
ESE 4.6	ESE 2.8	ESE 2.0	ESE 2.0	ESE 2.8	ESE 1.8	ESE 2.7	ESE 4.1	ENE 4.6	ENE 3.5	ENE 4.3	ENE 4.
ESE 2.0	ESE 1.8	ESE 1.8	ESE 1.8	ESE 2.3	ESE 2.6	ESE 3.7	ENE 5.7	ENE 5.4	ENE 4.8	ENE 4.8	ENE 4.
ESE 2.5	ESE 2.4	ESE 1.8	ESE 1.8	ESE 1.8	ESE 1.9	ESE 1.8	ESE 1.8	E 2.2	E 2.3	ENE 2.1	ENE 3.
S 1.8	S 1.9	S 1.8	S 1.8	S 1.8	S 1.8	S 1.8	S 1.8	E 2.0	E 3.1	ENE 3.0	ENE 4.
SSE 1.8	SSE 1.8	SSE 1.8	SSE 1.8	SSE 1.8	SE 1.8	SE 1.8	SE 1.8	ENE 2.4	ENE 4.0	ENE 3.5	ENE 3.
ESE 1.8	ESE 2.2	ESE 2.1	ESE 1.9	ESE 1.8	SE 1.8	SE 1.8	SSE 1.8	E 1.8	NNE 1.9	NNE 1.8	NE 2.
SSE 2.3	SSE 2.4	SSE 2.2	SE 2.2	SE 1.8	SSE 1.8	SSE 1.8	SSE 1.8	ENE 1.8	ENE 1.8	ENE 1.9	ENE 2.
SSE 2.2	SSE 1.9	SSE 1.8	SSE 2.1	SSE 1.8	SSE 1.8	SSE 1.8	SSE 1.8	NNE 2.1	NNE 2.8	NNE 3.4	W 3.
SSE 1.8	SSE 1.9	SSE 2.5	SE 2.1	SSE 1.8	SSE 1.8	SSE 1.8	E 1.8	ENE 1.8	ENE 1.8	ENE 1.8	ENE 2.
ESE 1.8	ESE 1.8	ESE 1.8	ESE 2.2	ESE 1.9	ESE 2.0	ESE 1.9	ESE 2.3	ENE 2.8	ENE 3.8	E 4.9	E 5.
ESE 2.0	ESE 2.0	ESE 1.8	ESE 1.8	ESE 1.8	ESE 1.8	ESE 1.8	E 2.5	ENE 2.9	ENE 3.3	ENE 3.5	ENE 5.
ESE 2.1	ESE 1.8	ESE 1.9	ESE 1.8	ESE 1.8	ESE 1.8	ESE 2.2	E 2.7	ENE 3.8	ENE 3.4	ENE 3.4	ENE 5.
SSE 1.8	SSE 2.1	SSE 2.3	ESE 1.9	SSE 1.8	SSE 1.8	SSE 1.8	E 1.8	N 1.8	ENE 1.8	ENE 3.0	ENE 5.
SE 1.8	ESE 2.3	SE 2.4	ESE 1.8	SE 2.1	ESE 1.9	SE 2.6	SE 1.9	ESE 1.8	E 2.0	ENE 3.0	NE 4.
SE 2.6	E 2.2	E 2.2	NNE 2.2	SE 2.0	SE 2.0	SSE 1.8	SSE 1.8	SSE 1.8	SE 1.9	ESE 2.1	E 2.
NE 4.3	NE 4.2	NE 4.6	NE 3.9	NE 3.7	NE 4.4	NE 4.7	NE 6.6	NE 3.1	NE 2.1	NE 3.1	NE 2.
ESE	ESE	ESE	ESE 1.8	ESE	ESE	ESE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE
E	ESE	SSE	SSE	SSE	SSE	W	SSE	S	SE	ESE	E
SSE	SSE	SSE	SSE	WSW	SSW	SSW	SSW	SW	SW	NNW	NW
SSE 2.5	SSE 2.4	u 2.1	WSW 2.5	WSW 2.1	WSW 2.0	WSW 1.9	WNW 1.9	WSW 2.5	NNW 2.1	NNW 1.9	NNW 2.
SSW 1.8	SE 1.8	SE 1.8	SSW 1.8	SSW 1.8	SSW 1.8	SSW 1.8	SE 1.8	NE 2.7	NNE 2.0	SE 2.2	SE 2.
S 2.1	SSW 2.1	SSW 2.2	SSW 2.1	SSW 1.8	SSW 1.8	SSW 1.8	SSE 1.8	SE 1.9	E 2.1	ESE 2.1	E 2.
S 1.9	E 2.0	SSW 2.3	SSW 1.8	SSW 1.8	SSW 1.8	SSW 1.8	SE 1.8	E 2.0	E 2.5	E 2.8	E 2.
SSE 1.8	SSE 2.0	SSE 1.8	SSE 1.8	SSE 1.8	SSE 1.8	SSE 1.9	SE 2.7	ESE 3.0	ESE 3.1	ESE 3.0	ESE 3.
SSE 1.8	SSE 1.8	S 1.8	S 1.8	SE 1.8	S 1.8	SSE 1.8	ESE 1.8	E 1.9	ENE 2.3	ENE 1.9	ENE 2.
SE	SE	SE	SE	SE	SE	ESE	E	E	E	E	ENE
SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SE	SE	E	ENE	ENE	ENE	ENE
ESE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	NE	NE	ENE	NE	NNE
NW 1.9	W 2.1	W 3.3	W 2.4	E 2.4	W 2.6	S 3.4	SW 2.2	W 4.8	NNW 2.5	W 2.2	WSW 1.
SSE 1.8	SSE 2.1	S 1.8	S 1.8	S 2.6	SSW 2.4	SSW 1.9	S 2.0	SSW 1.8	W 2.4	NW 2.8	NNW 4.
2.20	2.16	2.16	2.05	2.04	2.04	2.17	2.42	2.62	2.64	2.86	3.34

Digitized by Google

richtung und Windstärke.

Nachmittag.

0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12	Mittel
ENE4.0	ENE3.7	ENE3.4	ENE3.4	ENE4.2	ENE4.5	ENE4.6	ESE 2.5	SE 3.1	SE 2.4	ESE 2.5	ESE 2.6	3.34
ENE3.9	NE 3.4	NE 5.1	NE 6.9	ESE 4.6	ESE 3.1	ESE 3.0	ESE 2.8	ESE 2.8	ESE 2.7	ESE 2.5	ESE 2.9	3.52
ENE2.9	NE 2.2	NE 1.8	NE 1.8	NW 2.6	SW 2.1	SSE 2.0	SSE 3.6	E 1.9	ESE 2.4	E 2.0	W 2.1	2.22
ENE5.7	ENE4.9	ENE5.0	ENE3.3	ENE2.3	ENE2.4	SE 1.9	SE 1.9	SE 1.8	SSE 1.8	SSE 1.8	SSE 1.8	2.56
ENE7.5	ENE5.0	ENE2.9	ENE2.5	SSE 1.8	ESE 2.3	ESE 2.9	SE 1.9	ESE 1.8	ESE 2.0	ESE 1.9	ESE 1.8	2.59
NE 2.7	NE 2.5	WSW2.1	NW 3.5	NNE2.0	NNE2.6	W 2.6	SSE 1.9	SSE 1.8	SSE 2.0	SSE 2.5	SSE 2.1	2.14
E 1.8	ENE1.8	ENE1.8	ENE1.8	ENE1.8	SSW1.8	WNW2.3	SSE 2.8	SSE 1.9	SSE 2.0	SSE 1.9	SSE 2.1	1.98
S 2.5	S 2.9	S 3.7	SSE 3.8	N 2.7	NW 2.4	SW 2.1	S 2.0	SW 2.0	S 1.8	SSE 2.4	SSE 2.1	2.37
ENE4.8	ENE4.7	ENE4.7	ENE1.9	ENE1.8	ENE1.8	ESE 1.8	ESE 1.9	ESE 2.0	ESE 1.8	ESE 1.8	ESE 1.8	2.35
E 5.9	E 5.7	E 5.5	ENE6.0	ENE5.7	ENE5.1	E 4.5	ESE 2.4	ESE 2.4	ESE 2.4	ESE 1.8	ESE 2.1	3.43
ENE4.6	ENE4.6	ENE5.1	ENE5.1	ENE5.7	ENE5.6	E 4.6	ESE 2.9	ESE 2.7	ESE 2.1	ESE 1.9	ESE 2.1	3.22
ENE4.7	ENE4.8	ENE5.6	ENE4.6	ENE4.3	ENE3.9	E 3.0	ESE 2.1	ESE 2.0	ESE 1.9	ESE 2.0	ESE 1.8	3.02
ENE7.8	ENE7.9	ENE6.3	ENE4.8	ENE5.1	ENE4.9	E 3.0	ESE 2.8	ESE 3.0	SE 2.9	SE 4.0	SE 2.6	3.46
NE 4.9	E 3.4	ENE3.3	ENE3.8	E 2.6	ESE 2.2	E 2.4	E 2.8	ESE 2.4	ESE 2.3	ESE 2.2	ESE 2.2	2.60
E 2.9	ESE 3.2	ENE4.3	ENE5.4	ENE6.0	NE 6.6	NE 6.7	NE 4.6	ENE2.9	ESE 2.0	ESE 2.2	NE 4.9	3.20
ENE3.0	ESE 2.1	SE 1.9	S 3.1	ESE 2.7	ESE 3.1	ESE 1.9	ESE 2.1	ESE 2.8	ESE 2.2	ESE	ESE	2.98
E	ESE	ENE	E	ESE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	
ENE	ENE	ENE	ENE	N	NW	W	SSW	SSE	SSE	SSE	ESE	
W	W	NNW3.1	NNE2.3	NNE2.9	NNW3.3	NNW3.6	NNW5.6	NNW6.7	NW 5.7	W 2.8	S 2.4	
N 2.6	NNW4.4	NNW2.6	NNW2.6	N 2.6	N 2.1	NNW1.8	SW 1.8	SW 1.8	SW 1.8	SSW1.8	SSW1.8	2.23
SE 2.8	E 2.2	ENE2.5	ENE2.8	ENE2.5	ENE2.1	NE 1.8	E 1.8	N 3.0	W 2.0	S 2.1	E 2.3	2.16
ENE2.5	ENE2.5	ENE2.5	E 2.5	E 2.3	E 2.1	E 2.1	SSE 1.8	SE 1.9	SSE 1.8	SSW1.8	SSW2.6	2.10
E 2.2	E 3.0	E 3.5	ESE 3.3	ESE 3.4	ESE 3.6	SE 2.7	SE 1.9	SE 2.1	SSE 1.8	SSE 1.8	SSE 1.8	2.32
ESE 3.9	ESE 4.5	ESE 4.5	E 5.7	ESE 4.6	ESE 4.0	ESE 3.7	SE 2.3	SSE 1.8	SSE 1.8	SSE 1.8	SSE 1.8	2.85
ENE3.1	ENE5.2	ENE3.7	ENE5.5	ENE4.8	ENE4.8	E 4.6	ESE 2.2	ESE 1.8	SE 1.8	SSE 1.8	SE 1.8	2.66
ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	E	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	SSE	
ENE	NE	ENE	NE	NE	NE	ENE	ENE	ENE	ENE	ESE	ESE	
NNE	NNE	NNE3.1	NNE3.2	NNE4.0	NNE4.0	u 1.8	SSE 2.1	E 2.1	SE 2.3	SSE 2.1	NW 2.0	
W 2.5	NNW4.6	W 2.1	WSW2.1	WSW2.3	u 2.9	E 2.7	ESE 2.3	ESE 1.8	SSE 2.1	SSE 1.8	SSE 1.8	2.53
NNW4.8	NNW4.6	NNW4.0	NNW3.4	NNW3.5	N 3.4	NNE3.5	E 5.0	E 3.5	E 3.0	NNW2.9	NW 2.3	2.97
3.92	3.91	3.62	3.67	3.42	3.34	2.99	2.61	2.46	2.27	2.08	2.13	2.71

Digitized by Google

II. Stundenwerte der Niederschlags-

1906. Monat September. Vormittag.

Datum	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12
1												
2												
3												
4			1	6		1						
5												
6												
7	1	1	1									
8												
9												
10					0	4	2					
11				1	0	4	0			7	6	19
12	0	4						2	2	11	24	37
13												
14												
15							2	1	1	1		
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25										1		
26	3	1										
27											1	
28			6	8			0			36	41	1
29								51		2	5	
30												
Mittlere Regenmenge	0.1	0.2	0.3	0.5	0.0	0.3	0.1	1.8	0.1	1.9	2.6	1.9
Mittlere Regendauer	0.8	2.0	0.8	2.7	1.2	3.7	3.3	2.0	0.8	5.5	5.7	6.0

Digitized by Google

menge und Niederschlagsdauer.

Nachmittag.

0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12	Summe des Regens	Gesamtdauer	Zahl der Regenstunden	Zahl der Regenfälle
												8	55	3	3
								3 15				3	15	1	1
												3	25	3	3
							2 25	107 40	80 187	45 19	25 1	322	290	8	4
21 30	10 0	20 0										58	355	10	8
80 29	60 18								20 3			130	385	10	5
								4 10	10 0			4	20	2	1
												5	45	4	4
							30 10	5 0				30	15	2	2
												1	5	1	1
			30 2									6	50	3	3
			10 2		6 15	10 3						12	45	4	4
17 45	60 47	60 66	60 27	10 2 15	60 1							252	520	12	5
												58	60	3	3
2.2	2.2	2.2	1.0	0.1	0.2	0.1	1.1	3.8	6.3	0.6	0.0	29.7			
5.2	4.3	2.7	3.3	1.2	2.5	0.3	1.2	2.3	3.0	1.5	0.8		62.8		
											Monatssummen	892	1885	66	47

Digitized by Google

II. Stundenwerte der Niederschlags-

1906. Monat November. Vormittag

Datum	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12
1												
2												
3											1 10	50 16
4												
5												
6												30 50
7												
8												
9												17 10
10												
11												
12												
13	15 10	15 0										
14	12 40	20 3										
15	19 10	10 17					5 1	60 5	80 12	80 1	20 5	
16								58 45	40 9		10 8	70 10
17	7 20	25 3									10 2	
18	20 37	15 5					60 221	50 5	60 12	50 2		
19				2 50	60 47	60 6						60 157
20												
21										25 4		
22			37 40									
23	39 25	40 9	10 0									
24												
25												
26						10 2	0 5					
27												
28							10 10	20 2			20 37	
29			5 10	50 47	60 83	60 107	15 2	10 3	60 87	60 81	60 10	
30	60 1	10 0										
Mittlere Regenmenge	4.3	1.2	1.4	1.6	4.3	3.8	7.8	2.4	4.0	2.9	2.1	9.7
Mittlere Regendauer	7.7	4.7	2.0	3.7	4.0	4.3	3.2	5.8	7.3	6.2	4.7	5.0

Digitized by Google

menge und Niederschlagsdauer.

Nachmittag.

0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12	Summe des Regens	Gesamtdauer	Zahl der Regenstunden	Zahl der Regenfälle
	3 10	8 20	2 20	31	6	0						50	195	6	3
	30	27	28	21	5	1						129	370	8	2
50	1				33	4						118	125	5	2
					58	18						76	50	2	1
146	74	5										242	170	4	1
								1				1	10	1	1
							81	16	91	48	23	274	260	7	4
16							1		0	1	0	33	150	7	6
28	1			1	26		4	6		4		130	380	14	10
2	33	118	1	30	1	3			7			340	375	12	8
	72								47	1	0	132	155	7	6
										19	0	301	255	8	5
23	0							3				238	310	7	3
								45	9	23	118	199	175	5	4
												37	40	1	1
											2	50	95	4	3
												2	15	2	2
				42	2				2		2	48	65	4	4
								5	2			56	65	5	5
8	50	9	40	0	22	26	14	4	3	1	1	603	1000	21	6
												1	45	2	2
9.1	8.8	5.6	2.4	4.2	5.1	1.7	3.3	2.7	5.4	3.2	4.9	102.0			
10.3	10.2	7.7	5.0	6.8	9.2	4.7	4.3	5.0	6.8	7.2	7.8		143.5		
											Monatssummen	3060	4305	132	79

Digitized by Google

III. Stundenwerte der

1906. Monat September. Vormittag.

Datum	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12
1									0.5		0.7	1.0
2									1.0	1.0	1.0	1.0
3								0.7	1.0	1.0	1.0	1.0
4								0.6	1.0	1.0	1.0	1.0
5							0.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
6							0.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
7							0.1	0.3	1.0	0.8	0.5	1.0
8							0.2	1.0	0.8	0.8	0.3	0.6
9								0.1	0.1	0.7	1.0	0.7
10										0.1		
11												
12												
13							0.1	0.7	1.0	1.0	1.0	1.0
14							0.4	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
15								0.7	0.2	0.5	0.9	0.7
16							0.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
17							0.6	1.0	0.8	1.0	1.0	1.0
18										0.4	1.0	1.0
19							0.1	0.6	0.9	1.0	1.0	1.0
20							0.1	0.7	0.9	1.0	1.0	1.0
21							0.3	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0
22								0.2	1.0	1.0	1.0	1.0
23								0.8	0.7	0.7	1.0	0.4
24							0.3	0.8	1.0	0.3	0.4	0.1
25							0.3	1.0	1.0	0.6	0.7	0.3
26							0.1	0.9	1.0	1.0	0.8	1.0
27								0.8	1.0	1.0	1.0	1.0
28							0.1	0.1	0.7	0.6		
29								0 2	0.5	0.0		
30							0.6	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Mittel							0.12	0.57	0.74	0.72	0.74	0,73

Digitized by Google

Sonnenscheindauer.

Nachmittag.

0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12	Summe	Tageslänge	Dauer in % der Tageslänge
0.3	0.5	0.6										3.6	11.7	34
1.0	1.0	1.0	0.7	0.6								8.3	11.7	78
1.0	1.0	1.0	0.7	1.0	0.3							9.7	11.7	91
1.0	1.0	1.0	0.7	1.0	0.3							9.6	11.7	90
1.0	0.7	1.0	0.7	1.0	0.3							10.1	11.8	94
1.0	0.1	0.6	0.5	0.2								8.1	11.8	75
0.7		0.6	0.0	0.4								5.5	11.8	51
0.2		0.2	0.0	0.6	0.1							4.8	11.8	45
0.6												3.2	11.8	30
			0.1		0.1							0.3	11.8	3
		0.2	0.1									0.3	11.8	3
			0.4	0.7	0.2							1.3	11.8	12
1.0	1.0	1.0	0.8	0.6	0.5							9.7	11.9	89
1.0	1.0	1.0	0.7	0.3	0.1							9.5	11.9	87
1.0	0.3		0.7	0.8	0.4							6.2	11.9	57
1.0	1.0	0.9	0.8	1.0	0.4							10.3	11.9	95
1.0	1.0	1.0	1.0	0.6	0.1							10.1	11.9	93
1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	0.1							7.4	11.9	68
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5							10.1	11.9	93
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.3							10.0	11.9	92
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5							10.7	12.0	98
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.2							9.4	12.0	86
0.0	0.7	1.0	1.0	0.8	0.1							7.2	12.0	65
0.5	0.4	0.3	0.5									4.6	12.0	42
0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5							9.3	12.0	85
1.0	0.8	1.0	0.2	0.5								8.3	12.0	75
1.0	1.0	0.4	0.4	0.6	0.1							8.3	12.0	75
0.5	0.7	0.2	0.1	0.1								3.1	12.0	28
												0.7	12.0	6
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.7							11.3	12.1	100
0.72	0.67	0.67	0.57	0.59	0.19							7.03	11.86	64.8
											Monatssumme	211.0		

Digitized by Google

III. Stundenwerte der

1906. Monat November. Vormittag.

Datum	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12
1							0.2	0.4	0.0	0.6	0.9	0.9
2								0.2	0.4	1.0	0.8	0.8
3								0.0	0.0	0.0	0.2	
4							0.1	0.0	0.0		0.3	1.0
5							0.1	1.0	1.0	1.0	0.3	0.6
6							0.7	1.0	1.0	1.0	1.0	0.4
7								0.9	1.0	1.0	0.9	0.2
8							0.4	0.7	1.0	1.0	1.0	0.1
9							0.4	1.0	1.0	1.0	0.9	0.0
10							0.6	0.7	1.0	1.0	1.0	1.0
11							0.4	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
12							0.4	0.0	0.1	0.0	0.4	0.3
13							0.4	0.8	0.9	1.0	0.8	0.8
14											0.6	0.7
15												
16												
17							0.2	1.0	1.0	1.0	0.4	1.0
18												
19							0.2	0.6	0.6	0.8	0.6	0.2
20							0.1	0.5	0.6	0.4	0.9	0.8
21							0.2	0.4			0.0	
22							0.1	0.1		0.1		0.2
23							0 6	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0
24							0.6	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
25							0.3	0.7	0.8	0.9	1.0	1.0
26							0.7	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0
27							0.6	0.4	0.6	1.0	1.0	0.8
28									0.1	0.9	0.2	0.7
29												
30												
Mittel							0.24	0.47	0.50	0.59	0.57	0.52

Digitized by Google

Sonnenscheindauer.

Nachmittag.

0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12	Summe	Tageslänge	Dauer in % der Tageslänge
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.2							8.2	12.5	71
0.5	0.2											3.9	12.5	34
												0.2	12.5	2
1.0	0.1	0.0										2.5	11.5	22
0.8	0.8	0.5	0.4	0.8	0.6							7.9	12.5	69
	0.0	1.0	0.0	0.1	0.5							6.7	12.5	58
1.0	0.9	0.6	1.0	0.9	0.6							9.1	12.5	79
	0.4	1.0	0.5	0.1								6.2	12.5	54
			0.3	0.5	0.4							5.5	12.5	48
1.0	1.0	0.9	0.5	0.4	0.3							9.4	12.5	82
0.5	0.7	1.0	0.8	0.7	0.2							9.3	12.6	80
0.4	0.4	0.8	0.7	0.8	0.4							4.7	12.6	40
0.9	0.7	0.2										6.5	12.6	56
0.1												1.4	12.6	12
												0.0	12.6	0
												0.0	12.6	0
1.0	0.3	0.5	0.9	0.1	0.1							7.5	12.6	65
0.9	1.0	0.5	0.5		0.1							3.0	12.6	26
												3.0	12.6	26
1.0	0.2			0.1								4.6	12.7	39
0.4	0.4	1.0	0.4	0.5	0.7							4.0	12.7	34
0.6	0.6	0.1	0.0									1.8	12.7	15
1.0	1.0	0.7	0.8	0.8	0.6							10.4	12.7	89
0.8	1.0	1.0	0.9	0.4	0.3							9.9	12.7	85
0.7	0.9	0.5	1.0	1.0	0.5							9.3	12.7	79
1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	0.6							11.1	12.7	95
1.0	1.0	1.0	0.9	0.5								8.8	12.7	75
0.2	0.1	0.1	0.3	0.1								2.7	12.7	23
												0.0	12.7	0
												0.0	12.7	0
0.53	0.46	0.45	0.39	0.33	0.20							5.25	12.60	45.2
											Monatssumme	157.5		

Digitized by Google

IV. Stundenwerte

1906. Monat September. Vormittag.

Datum	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12
1	21.6	21.1	21.5	21.4	21.6	21.7	21.9	22.4	24.7	26.1	27.3	27.2
2	24.2	23.5	22.6	23.2	24.6	24.4	24.6	25.5	26.4	27.3	28.2	28.7
3	24.9	24.2	24.0	22.8	23.9	24.8	25.1	25.9	26.9	27.8	28.9	29.1
4	25.5	25.4	25.0	24.8	24.8	24.8	25.1	26.3	27.0	27.7	28.2	28.6
5	23.1	22.6	21.8	21.6	21.6	21.9	22.0	24.8	27.2	28.5	28.7	28.6
6	23.1	22.6	22.1	22.0	21.8	21.6	22.1	23.8	26.9	28.9	28.8	28.5
7	23.9	23.6	23.4	23.5	23.6	23.6	24.0	24.7	26.2	27.9	28.3	28.9
8	24.2	23.2	23.3	22.8	22.8	22.0	22.1	23.6	26.0	28.2	28.9	29.9
9	24.7	25.0	24.8	24.5	24.3	23.8	24.3	25.3	25.8	26.6	28.0	27.9
10	24.5	24.3	23.9	24.5	24.8	24.7	24.2	24.5	26.0	26.5	26.6	27.0
11	22.5	22.6	22.7	22.6	22.5	22.5	22.9	23.0	24.0	24.4	24.6	24.1
12	24.9	25.1	24.8	25.2	25.7	25.2	25.6	26.0	26.0	25.7	25.1	24.5
13	24.5	24.5	24.0	24.0	24.0	24.0	24.4	25.7	26.8	28.4	29.0	29.5
14	22.7	22.8	22.9	22.7	22.5	22.0	22.7	24.2	25.8	27.8	28.5	28.4
15	23.8	23.7	23.0	23.4	23.3	23.0	23.2	24.6	25.1	26.6	28.1	28.5
16	23.0	22.5	22.7	22.8	22.8	22.7	23.1	24.9	27.1	28.2	28.8	29.0
17	25.7	25.0	24.8	24.4	24.2	24.7	25.1	26.4	27.3	28.1	29.8	29.9
18	24.9	24.6	24.0	24.5	24.8	24.9	25.7	26.5	27.7	29.1	29.7	29.9
19	25.7	25.7	25.2	25.0	25.2	25.4	26.0	26.9	27.5	28.6	28.8	29.3
20	24.3	24.3	24.1	22.9	22.5	22.6	23.3	25.0	27.5	28.9	29.2	29.4
21	24.9	24.9	24.7	23.9	22.9	22.7	23.6	26.1	28.2	28.7	29.2	29.0
22	23.9	23.9	23.3	22.7	22.4	22.7	23.8	26.0	28.1	29.3	29.3	28.5
23	23.8	23.6	23.3	23.0	22.8	22.7	23.2	25.1	26.8	27.8	28.6	28.2
24	24.5	24.3	23.4	22.9	22.5	22.2	23.0	25.4	27.8	28.3	28.2	28.5
25	25.7	25.3	25.0	25.1	25.7	25.9	25.7	26.8	28.0	28.1	28.4	28.6
26	25.7	25.2	24.7	24.2	24.5	24.6	25.1	26.2	28.0	29.1	29.2	29.6
27	26.8	26.6	25.4	24.6	23.8	23.2	24.9	26.3	27.7	28.6	28.7	29.0
28	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.8	26.7	25.6	24.7	25.3
29	23.8	23.8	24.1	24.3	24.2	24.2	24.5	24.6	25.9	26.8	25.9	27.0
30	23.0	23.0	23.0	23.0	22.8	22.7	23.2	24.8	27.3	28.5	28.8	29.1
Mittel	24.29	24.06	23.75	23.58	23.60	23.54	23.98	25.24	26.75	27.74	28.15	28.32

Digitized by Google

der Temperatur.

Nachmittag.

0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12	Mittel
27.5	27.4	27.1	26.9	26.7	26.4	25.9	25.5	24.8	23.8	24.4	24.5	24.56
29.4	29.2	28.6	28.2	27.3	26.2	25.7	25.3	25.2	25.2	25.2	25.2	26.00
29.1	29.1	28.9	28.5	27.8	27.2	26.6	26.4	26.2	26.0	26.0	25.8	26.50
28.8	28.8	28.7	28.3	27.5	26.8	26.2	25.8	25.8	25.2	25.1	24.5	26.45
28.8	29.0	28.6	28.7	28.0	27.3	26.7	26.5	25.7	25.3	25.6	24.9	25.73
28.8	28.5	28.4	28.2	27.4	26.4	25.8	25.6	24.9	23.9	24.0	23.9	25.33
29.3	28.5	28.4	27.6	27.0	26.2	25.7	25.4	25.3	25.4	25.1	24.9	25.85
29.9	29.2	28.4	28.2	27.1	26.5	25.8	25.5	24.9	24.5	24.4	24.5	25.66
28.3	27.1	26.5	26.3	25.9	25.6	25.1	25.0	25.0	25.1	24.9	24.6	25.60
27.2	26.9	26.1	26.5	26.8	26.4	25.4	24.7	24.1	23.1	22.0	22.0	25.11
24.4	25.0	25.7	25.8	25.3	25.5	25.8	25.7	25.9	25.8	25.7	25.0	24.33
23.6	23.4	24.6	26.3	26.7	26.0	25.2	24.8	24.7	24.3	24.2	24.4	25.08
28.9	28.2	28.4	28.9	27.8	27.4	26.7	25.9	24.8	23.9	23.3	23.0	26.08
28.4	28.2	28.0	28.0	27.8	27.3	27.0	26.9	25.9	24.5	24.1	24.0	25.55
28.9	27.8	27.3	27.8	27.3	26.9	26.1	25.2	24.3	23.9	24.2	23.3	25.39
29.3	29.3	29.3	28.7	27.8	27.0	26.6	26.3	26.3	26.3	26.2	26.2	26.12
29.9	29.8	29.4	28.6	27.7	27.0	26.6	25.7	25.6	25.5	25.1	24.9	26.72
29.9	29.9	29.7	29.1	28.0	27.2	26.8	26.3	26.2	26.1	25.9	25.7	26.96
29.8	29.6	29.4	28.6	27.7	27.1	26.6	25.8	25.3	24.9	24.8	24.6	26.81
29.9	29.8	29.4	28.6	27.8	27.1	26.5	26.1	26.1	25.9	25.3	25.0	26.31
29.0	29.2	28.8	28.4	27.6	27.1	26.7	25.7	24.9	24.2	23.8	23.8	26.17
29.3	28.4	28.6	28.9	28.3	27.5	26.6	26.0	25.8	25.7	24.8	24.2	26.17
27.6	28.8	28.2	27.7	27.1	26.5	25.8	25.2	24.9	24.9	24.5	24.4	25.60
28.9	29.1	28.9	28.5	27.7	27.3	26.7	26.2	25.5	24.8	25.1	25.7	26.06
29.8	30.0	29.5	28.5	28.1	27.5	26.8	26.6	26.4	26.4	26.3	26.0	27.09
29.9	29.4	27.8	27.7	27.7	27.3	27.2	27.1	26.8	25.6	25.3	26.2	26.84
29.0	28.5	28.3	27.7	27.3	27.4	25.1	24.6	25.0	25.3	24.9	24.9	26.40
25.8	25.2	23.9	23.8	23.9	24.0	24.0	24.0	24.0	23.6	23.5	23.7	24.69
27.8	27.9	27.7	28.0	27.8	27.4	26.9	26.0	25.3	24.8	24.1	23.6	25.68
29.4	28.8	28.9	28.9	28.3	28.0	27.5	26.8	26.1	25.1	24.2	24.0	26.05
28.55	28.30	28.05	27.86	27.31	26.78	26.20	25.75	25.39	24.97	24.73	24.58	25.89

Digitized by Google

IV. Stundenwerte

1906. Monat November. Vormittag.

Datum	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12
1	25.2	24.9	24.8	24.6	24.8	25.1	26.1	27.1	27.2	28.2	29.2	29.6
2	25.9	25.0	24.8	24.8	24.9	25.3	26.3	26.0	26.8	28.2	29.0	29.1
3	25.8	25.6	25.3	29.9	24.9	25.1	25.6	26.5	27.8	28.7	28.9	27.4
4	24.7	23.8	23.4	23.1	22.9	23.1	24.0	25.4	27.3	27.8	28.4	28.4
5	23.7	23.3	22.9	22.9	22.9	23.4	24.3	25.6	27.6	29.3	29.0	28.5
6	22.4	22.2	22.0	22.0	21.6	21.7	23.0	25.0	26.6	27.1	27.3	27.0
7	22.7	22.5	22.3	22.0	22.0	21.7	22.3	24.0	26.1	26.8	26.8	27.7
8	23.0	22.9	22.8	22.7	23.0	23.0	23.0	24.3	26.9	28.3	28.2	27.4
9	23.0	22.9	23.0	23.0	22.8	22.7	23.2	25.3	26.7	27.2	27.8	27.0
10	23.3	23.3	23.2	23.0	22.8	22.9	24.0	25.5	27.7	28.7	28.9	28.9
11	24.6	23.9	23.8	23.6	23.3	23.2	24.0	26.3	28.2	29.3	29.9	29.7
12	25.0	24.8	23.9	23.1	22.7	23.0	25.0	26.7	27.5	28.1	29.0	29.0
13	24.7	24.1	23.6	23.5	23.1	23.1	23.9	25.0	26.6	27.7	28.6	29.2
14	23.8	23.9	24.2	24.4	24.1	24.2	24.6	25.5	26.5	27.4	28.1	26.9
15	23.5	24.4	24.8	24.4	23.9	23.7	23.6	23.5	23.6	24.2	25.0	25.2
16	26.0	26.1	26.1	26.2	26.3	26.6	26.8	25.1	25.2	26.1	26.6	25.6
17	24.0	23.8	23.6	23.8	23.4	23.0	24.2	25.9	27.8	28.4	27.1	28.2
18	24.0	24.0	23.7	23.3	23.2	23.5	21.9	21.7	22.5	23.5	25.4	27.8
19	23.7	23.2	23.2	23.9	23.8	23.1	24.2	25.4	26.4	27.0	25.7	23.1
20	23.9	23.7	24.6	23.9	24.7	24.8	25.1	25.5	27.1	27.2	27.8	27.8
21	24.0	24.4	23.8	23.2	22.8	22.7	24.1	25.1	24.5	24.4	26.2	26.5
22	24.0	23.8	23.8	23.7	23.1	23.0	23.9	25.3	26.3	26.9	27.7	28.0
23	24.3	24.4	23.9	23.7	23.6	23.2	24.1	26.1	28.2	28.9	29.1	29.3
24	25.0	24.9	24.3	24.1	24.0	24.0	25.1	26.9	28.5	29.5	29.9	29.6
25	23.7	23.8	23.7	23.5	23.7	23.2	24.1	26.3	28.4	29.3	29.1	29.0
26	24.9	25.0	25.0	25.1	25.0	25.0	26.0	27.3	28.7	29.8	30.0	30.1
27	23.5	23.6	23.7	23.7	23.6	23.8	25.5	27.9	28.5	29.9	29.2	29.7
28	26.0	25.9	25.9	25.7	25.8	25.8	26.2	27.1	28.1	28.6	27.9	28.0
29	26.7	26.5	26.1	25.2	24.8	24.5	24.5	25.2	24.9	24.5	25.1	25.8
30	23.2	23.0	23.1	23.4	23.7	23.9	2.44	25.2	26.5	26.9	27.1	27.2
Mittel	24.27	24.12	23.98	23.81	23.71	23.71	24.43	25.59	26.82	27.60	27.92	27.89

Digitized by Google

der Temperatur.

Nachmittag.

0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12	Mittel
30.2	30.1	29.9	29.2	28.5	27.6	27.0	26.8	26.5	26.0	25.9	25.9	27.12
29.0	27.7	25.8	25.2	23.3	23.2	24.0	24.2	24.6	25.1	25.6	25.9	25.82
25.9	25.6	24.9	24.7	24.5	23.9	24.0	24.4	24.8	24.8	25.5	25.7	25.63
28.8	28.4	28.5	28.0	27.8	27.6	26.6	25.6	24.7	24.3	24.0	23.8	25.85
28.7	29.0	29.7	29.1	29.0	28.0	26.5	28.4	28.0	24 3	23.5	23.0	26.28
25.2	25.6	27.0	26.5	26.2	25.9	24.7	24.0	23.7	23.7	23.0	22.8	24.42
28.0	27.7	27.8	28.0	27.3	27.2	26.2	24.9	24.2	23.9	23.7	23.1	24.95
27.2	28.8	28.4	27.9	27.2	26.5	25.2	24.8	24.0	23.4	23.0	23.0	25.20
24.4	24.1	23.9	25.0	26.7	26.9	25.9	24.5	23.8	23.7	23.7	23.4	24.61
29.0	28.7	28.5	28.5	28.2	27.9	27.3	26.7	26.2	25.7	25.8	24.8	26.23
29.5	29.8	29.5	28.9	28.1	27.5	26.8	26.6	26.2	25.4	25.0	24.9	26.59
29.0	29.0	28.6	28.5	28.0	27.4	26.8	26.1	25.7	25.7	25.7	25.1	26.39
29.3	28.5	27.8	27.1	27.1	26.9	26.0	25.1	24.2	24.3	23.6	2.33	25.68
25.2	25.2	25.4	25.1	25.1	25.1	25.1	24.8	24.5	24.4	24.3	24.0	25.08
24.9	24.6	25.8	26.0	26.0	25.5	25.6	25.0	24.4	24.0	25.0	25.9	24.69
24.2	24.7	24.1	24.4	24.5	23.4	23.7	23.8	24.1	24.0	24.0	24.0	25.07
29.2	26.7	27.3	28.3	27.1	26.1	25.9	24.9	25.0	24.3	24.0	24.2	25.68
27.7	28.2	28.0	27.8	27.2	27.0	26 7	25.4	24.9	24.7	24.4	24.3	25.03
23.2	24.1	25.0	25.8	26.1	26.5	26.9	26.8	25.9	25.9	25.2	24.2	24.93
27.5	26.4	26.7	27.0	27.0	26.9	26.2	25.3	25.0	24.9	24.4	24.2	25.73
26.9	27.1	27.0	26.8	27.0	26.9	26.4	26.1	25.3	24.3	24.1	24.1	25.15
27.8	27.6	27.5	27.5	27.2	26.9	26.4	25.7	25.2	24.9	24.3	24.2	25.61
29.0	28.4	28.4	28.9	28.4	27.7	26.7	26.0	26.0	25.7	25.2	25.0	26.42
29.1	29.2	28.9	28.2	28.0	27.9	27.6	26.7	25.4	24.6	24.2	23.9	26.65
28.8	28.7	28.8	28.7	28.1	27.6	27.1	26.4	25.3	24.4	24.0	24.1	26.24
30.1	3.00	29.8	29.3	28.8	28.0	27.6	26.7	25.7	24.8	24.1	23.9	27.11
30.2	30.0	29.2	29.5	27.4	27.1	27.7	27.1	27.2	26.9	26.2	26.0	26.96
28.1	28.0	28.0	27.8	26.9	26.7	26.1	25.9	25.9	25.5	26.2	26.7	26.76
25.9	25.1	25.0	25.3	25.0	24.8	23.9	23.3	23.2	23.7	23.8	23.7	24.85
27.4	27.8	27.9	28.0	28.0	27.9	27.8	27.8	27.8	27.9	27.9	27.1	26.29
27.65	27.49	27.44	27.38	26.99	26.62	26.15	25.66	25.25	24.84	24.64	24.47	25.77

Digitized by Google

V. Stundenwerte

1906. Monat September. Vormittag.

Datum	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12
1	15.7	15.6	16.2	16.3	16.5	16.4	16.2	16.9	18.2	18.8	20.7	20.6
2	17.8	18.1	17.3	16.9	17.2	17.0	17.2	17.7	17.6	17.8	18.2	18.4
3	18.0	17.9	17.5	17.3	18.1	18.4	17.7	18.4	18.7	19.4	20.4	21.5
4	21.8	20.0	20.0	21.4	20.5	20.9	20.0	19.8	19.8	20.1	19.9	20.3
5	21.0	20.4	19.4	19.2	19.0	19.3	19.0	18.6	18.5	18.8	20.0	21.2
6	20.7	20.1	19.5	19.0	18.8	17.6	18.2	19.2	18.2	20.4	21.4	21.4
7	19.8	19.9	19.7	19.8	19.9	19.5	17.7	17.3	17.9	17.4	18.0	17.4
8	18.4	18.9	18.7	18.5	18.1	18.0	17.8	17.5	15.7	16.2	16.8	17.2
9	19.2	18.8	19.1	18.7	19.4	19.2	18.5	18.2	17.8	17.3	17.1	17.6
10	19.6	18.7	19.8	20.1	19.1	19.2	19.7	20.6	22.0	21.3	20.7	20.1
11	18.2	18.3	18.4	19.3	19.2	19.2	18.7	17.7	19.5	20.0	20.7	20.1
12	21.6	21.3	20.6	21.6	21.7	21.4	21.4	22.0	22.4	22.6	21.7	20.9
13	20.5	20.5	19.9	19.9	19.5	19.0	18.1	18.4	18.0	19.0	19.9	20.3
14	18.4	18.2	18.2	18.0	17.8	17.7	18.0	17.9	18.0	21.1	22.5	21.8
15	20.3	20.2	20.3	19.2	19.1	18.7	19.0	20.2	20.8	21.2	21.5	21.4
16	19.4	18.6	18.4	18.6	18.6	18.4	18.9	19.4	21.2	20.1	21.2	21.4
17	21.6	20.7	20.5	20.4	20.2	20.8	20.8	21.2	20.8	21.2	21.2	21.3
18	21.5	22.0	21.3	21.0	21.4	21.5	22.1	21.3	21.7	22.4	22.3	22.2
19	22.6	22.6	21.4	21.2	21.4	21.7	22.0	21.9	21.0	21.8	21.2	20.6
20	18.0	18.0	18.5	19.9	18.2	17.9	17.4	17.6	18.0	18.6	19.9	19.5
21	21.0	21.0	20.8	21.1	20.5	20.6	22.1	20.7	21.3	21.8	21.7	21.4
22	20.3	21.1	20.4	18.8	18.5	18.8	19.7	20.0	19.5	20.3	21.5	21.5
23	20.1	19.9	19.5	18.8	18.6	18.4	18.6	18.9	19.9	20.8	22.1	22.1
24	20.5	19.4	19.7	19.9	19.4	19.1	19.2	21.2	21.6	22.3	21.6	22.5
25	20.1	19.6	20.7	20.3	21.6	21.8	19.6	18.8	19.6	21.5	21.3	22.1
26	23.5	23.6	22.2	21.5	21.9	21.1	21.3	21.5	21.6	21.8	21.7	21.8
27	21.4	20.7	20.7	21.1	21.0	20.9	21.5	20.3	18.7	20.3	20.8	22.0
28	21.6	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.7	21.6	21.9	20.8	21.1
29	20.1	19.7	20.1	20.3	20.2	20.2	22.1	19.7	21.3	22.5	18.8	19.0
30	17.9	17.9	17.9	17.9	17.7	17.6	18.2	19.1	19.7	20.5	20.3	20.7
Mittel	20.02	19.76	19.60	19.57	19.48	19.38	19.40	19.46	19.69	20.31	20.53	20.65

Digitized by Google

des Dampfdruckes.

Nachmittag.

0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12	Mittel
19.9	20.5	19.4	20.3	20.0	19.7	19.1	18.2	19.1	18.1	18.1	18.0	18.27
19.8	19.6	19.8	19.9	19.1	17.9	18.4	18.0	18.1	17.8	17.8	18.1	18.15
21.2	20.9	21.0	21.1	20.0	19.8	20.4	20.4	19.7	21.2	20.7	20.9	19.61
20.0	19.7	19.9	19.7	20.2	18.8	18.2	17.7	18.0	18.3	17.9	18.3	19.63
21.1	20.5	21.5	21.0	22.4	21.0	20.0	20.0	20.4	20.3	20.7	21.5	20.20
22.6	23.1	21.8	20.1	20.6	20.4	21.0	21.4	22.2	21.1	20.4	20.0	20.38
16.8	17.2	17.5	17.3	16.9	17.2	17.4	17.1	17.5	17.6	18.0	18.0	18.03
18.2	18.2	17.2	17.9	17.8	17.7	18.2	18.4	18.7	19.0	18.8	18.7	17.94
16.8	16.8	17.2	17.0	16.6	16.3	17.0	17.2	17.9	18.2	18.8	19.5	17.92
20.1	20.0	19.1	18.2	17.5	19.4	21.7	21.2	22.0	22.3	19.0	18.5	20.00
20.2	22.3	22.3	21.2	20.6	20.1	21.2	20.4	20.6	20.5	21.6	21.7	20.08
19.5	18.8	19.0	19.3	19.8	20.5	20.9	20.5	19.9	19.4	19.7	20.4	20.70
21.0	20.4	20.4	21.3	22.2	23.3	22.4	22.8	21.4	20.1	19.6	18.8	20.28
22.1	21.6	23.0	22.4	23.0	21.5	21.2	21.6	22.2	21.0	21.0	20.4	20.36
21.3	22.2	21.0	21.1	21.0	21.8	22.1	21.9	2.07	19.8	20.2	19.5	20.60
21.4	21.4	21.4	21.6	22.2	22.0	22.2	22.4	22.4	22.4	22.2	22.7	20.77
21.6	21.8	21.6	21.5	22.0	22.0	21.4	21.1	21.9	21.8	21.3	21.5	21.26
22.2	22.2	22.3	23.3	23.3	23.6	23.5	23.4	24.2	23.1	22.8	22.6	22.38
21.2	20.3	21.3	20.9	20.7	20.8	20.7	19.9	19.9	19.2	18.6	18.4	20.89
19.1	19.9	20.4	20.3	21.1	21.3	21.3	20.8	21.6	21.8	21.1	20.7	19.62
21.4	21.7	22.3	22.4	23.6	23.4	22.1	21.6	22.4	20.6	20.1	21.0	21.52
22.4	22.4	22.4	22.8	22.3	22.3	23.3	22.9	21.7	22.1	22.1	20.4	21.15
21.9	22.3	22.1	22.9	22.9	22.1	22.7	21.4	21.0	20.6	20.5	20.9	20.79
22.5	22.7	21.2	21.1	22.1	22.4	21.3	21.0	21.8	21.4	21.3	20.1	21.05
21.8	22.4	21.8	22.0	22.6	22.3	23.0	22.5	22.0	22.0	22.8	22.9	21.46
22.2	21.9	21.1	22.9	21.6	22.4	22.2	23.4	23.1	21.4	21.5	21.0	22.01
22.6	23.1	23.7	24.8	22.4	23.8	24.9	21.3	20.2	21.2	22.0	21.5	21.70
21.7	21.9	19.8	19.7	19.8	19.9	20.4	20.4	20.4	19.9	19.8	20.0	20.82
21.1	20.1	20.4	20.8	21.1	21.7	21.9	23.3	21.5	20.0	19.2	18.6	20.57
20.7	19.7	20.4	21.0	20.0	20.8	21.0	20.4	19.3	18.9	19.3	19.0	19.41
20.81	20.85	20.74	20.86	20.85	20.87	21.04	20.75	20.73	20.37	20.23	20.12	20.25

Digitized by Google

V. Stundenwerte

1906. Monat November. Vormittag.

Datum	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12
1	20.7	20.6	20.5	19.7	20.2	20.6	21.8	22.6	22.5	23.3	22.6	22.8
2	20.6	19.8	20.0	20.0	20.3	20.6	21.3	21.5	21.4	20.1	21.1	21.2
3	20.9	20.7	20.6	19.9	19.9	20.0	20.7	21.3	22.2	22.5	23.6	23.6
4	18.7	19.0	18.6	18.5	18.5	18.7	19.5	20.2	20.7	20.8	21.5	21.3
5	19.1	18.7	18.2	18.2	18.2	19.3	19.8	20.0	19.7	20.6	21.0	20.5
6	17.7	17.3	17.1	16.9	16.7	17.1	18.3	19.3	18.4	18.9	19.4	20.9
7	18.2	17.8	17.6	17.3	17.1	17.0	17.8	19.3	19.3	18.6	19.3	20.1
8	18.3	18.5	18.4	18.2	18.3	18.3	18.3	19.6	20.8	20.6	20.2	20.6
9	18.8	18.7	18.8	18.6	18.4	18.4	18.8	20.1	19.0	19.8	20.8	21.2
10	18.5	18.7	18.6	18.5	18.3	18.2	18.6	18.2	19.6	21.4	21.3	21.6
11	20.2	19.4	19.3	18.7	18.8	19.7	21.6	21.3	22.4	22.9	22.4	22.0
12	19.2	19.5	18.9	18.0	17.6	17.3	18.1	19.5	20.7	21.5	22.3	22.6
13	21.2	21.0	20.1	19.8	19.5	19.5	20.0	20.2	19.6	20.2	21.8	23.2
14	20.6	20.7	20.8	21.1	20.7	20.4	20.2	19.6	19.8	19.8	20.6	21.3
15	18.2	20.0	20.2	20.2	22.3	20.0	20.1	20.2	20.3	21.1	21.4	20.5
16	21.6	20.6	20.3	20.4	20.8	21.5	21.7	21.5	21.2	22.1	21.0	21.4
17	20.2	20.1	19.9	19.4	19.0	20.6	22.2	20.8	21.9	23.0	22.4	21.6
18	20.6	20.4	20.0	19.8	19.6	20.0	18.2	17.7	18.6	19.8	20.9	20.7
19	19.8	19.2	19.2	20.0	19.9	19.1	20.4	19.7	21.4	21.2	20.3	18.5
20	19.6	19.6	20.2	20.2	18.9	19.3	18.9	18.9	18.1	18.5	18.9	19.1
21	19.7	20.4	19.5	19.0	18.8	18.6	19.8	19.6	19.9	20.0	20.4	19.8
22	20.6	20.3	20.3	20.2	19.4	19.4	20.5	21.6	21.1	20.3	21.7	20.8
23	20.7	21.1	20.3	20.0	19.9	19.2	20.3	20.8	20.4	21.3	21.9	22.1
24	21.2	21.3	20.7	20.5	20.2	20.4	20.8	20.5	21.1	21.1	22.6	22.5
25	20.0	20.1	20.0	19.8	19.8	19.2	20.3	21.1	21.3	21.5	21.2	21.5
26	20.6	20.7	20.7	20.6	20.5	20.5	22.2	23.2	24.3	23.4	22.7	23.2
27	19.6	19.7	19.8	20.0	19.9	19.9	21.1	22.9	22.0	24.1	23.5	23.2
28	22.5	22.3	22.1	21.8	21.7	21.9	22.0	21.8	21.7	23.2	2.22	22.5
29	23.1	25.7	22.9	23.1	21.9	21.2	20.8	21.9	21.3	20.8	21.5	22.6
30	19.2	19.0	19.1	19.4	19.8	20.0	20.7	21.7	22.6	22.4	22.6	23.0
Mittel	20.00	20.03	19.76	19.59	19.50	19.53	20.16	20.55	20.78	21.16	21.44	21.53

Digitized by Google

des Dampfdruckes.

Nachmittag.

0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12	Mittel
22.8	22.3	22.2	22.9	23.1	23.4	23.0	22.5	22.2	21.6	21.0	20.6	21.90
21.4	22.1	21.4	20.7	18.7	18.4	18.2	17.7	19.0	1.99	19.6	20.0	20.21
21.8	21.2	20.6	20.1	20.3	19.8	19.7	19.3	19.1	1.81	19.4	19.1	20.60
20.9	21.3	21.7	21.3	21.4	21.0	20.7	21.0	20.1	19.6	19.3	19.0	20.14
21.3	20.5	20.7	20.3	18.7	18.2	19.3	20.4	22.4	18.7	18.7	18.1	19.61
20.5	20.9	20.6	20.3	20.2	20.6	20.3	19.5	19.1	19.4	18.6	18.3	19.01
19.1	19.6	19.7	19.9	19.1	19.5	20.5	19.9	19.5	19.2	18.9	18.5	18.87
20.6	21.7	21.0	21.5	20.9	21.8	21.6	21.2	20.9	19.1	18.8	18.8	19.92
20.0	19.8	19.4	18.8	19.2	19.0	19.9	19.9	19.3	19.1	19.1	18.8	19.32
21.7	21.6	22.2	22.2	22.7	22.0	21.6	20.8	19.9	19.9	20.5	20.2	20.28
22.7	23.0	23.0	22.8	22.3	22.6	22.0	21.7	21.2	20.5	19.8	19.6	21.25
22.6	22.6	22.4	22.8	23.3	22.2	21.4	21.3	21.3	21.6	21.3	21.1	20.80
23.9	23.7	23.0	22.9	23.2	22.1	22.0	22.0	21.3	21.2	20.3	20.0	21.32
20.9	19.8	20.2	20.8	20.8	20.3	18.7	19.5	19.4	19.3	18.0	18.2	20.06
20.8	20.9	20.7	20.7	21.0	21.6	21.7	21.6	20.9	20.4	21.6	21.4	20.74
20.6	21.3	20.6	21.3	21.5	19.6	19.6	19.9	20.3	20.2	20.2	20.2	20.81
22.6	22.1	23.2	22.2	22.6	21.3	22.1	21.5	21.6	21.0	20.6	20.8	21.36
19.8	20.2	20.2	20.5	20.3	20.9	21.9	21.5	21.2	21.0	20.6	20.5	20.20
19.2	19.6	19.5	20.1	21.6	21.6	21.8	21.4	21.1	20.4	20.4	19.5	20.20
19.3	20.7	20.3	18.0	18.3	18.7	19.7	20.1	20.5	20.6	20.0	20.0	19.43
19.5	18.9	20.1	20.7	20.1	20.8	21.2	21.6	21.5	20.5	20.7	20.7	20.08
20.3	20.3	20.2	20.2	20.6	21.6	21.4	21.3	20.9	21.0	20.5	20.4	20.62
22.0	21.8	22.7	22.8	23.3	22.9	21.9	20.7	20.2	21.1	21.2	21.2	21.24
21.8	23.0	22.5	22.7	22.5	22.6	22.5	22.4	21.9	20.9	20.6	20.3	21.48
21.5	21.3	22.3	22.5	21.5	21.4	21.6	20.9	20.8	20.4	19.9	20.1	20.83
22.9	23.0	23.4	22.4	22.6	22.5	22.5	22.1	21.6	20.9	20.1	20.0	21.94
23.6	23.6	23.9	24.5	24.4	22.9	23.7	23.2	22.8	23.4	22.7	22.5	22.37
22.6	23.0	23.8	24.4	22.6	21.6	22.8	23.1	23.1	22.5	22.7	22.6	22.52
22.3	21.5	21.4	21.8	21.4	21.2	20.0	19.3	19.0	19.8	19.9	19.8	21.42
23.2	22.2	21.2	21.6	22.5	23.2	23.9	24.2	23.6	24.0	24.3	24.3	21.99
21.41	21.42	21.47	21.46	21.36	21.18	21.24	21.05	20.86	20.51	20.31	20.15	20.68

Digitized by Google

V. Stundenwerte der

1906. Monat September. Vormittag.

Datum	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12
1	82	84	85	86	86	85	83	84	79	75	77	77
2	79	84	85	80	75	75	75	73	69	66	64	63
3	77	80	79	84	82	79	75	74	71	70	69	72
4	90	83	85	92	88	90	85	78	75	73	70	70
5	100	100	100	100	99	99	97	80	69	65	69	72
6	99	99	99	97	97	92	92	88	69	69	73	74
7	90	92	92	92	92	90	80	75	64	61	61	58
8	82	90	88	90	88	92	90	81	63	57	57	55
9	83	80	82	82	86	88	82	76	72	67	61	63
10	86	83	90	88	82	83	88	90	88	83	80	76
11	90	90	90	90	90	90	90	85	88	88	90	90
12	88	90	90	88	88	90	88	88	90	92	92	92
13	90	90	90	90	88	86	80	75	69	66	67	66
14	90	88	88	88	88	90	88	80	73	76	78	76
15	93	92	92	90	90	90	90	88	88	82	76	74
16	93	92	90	90	90	90	90	83	75	71	72	72
17	88	88	88	90	90	90	88	83	77	75	68	68
18	92	96	96	92	92	92	90	83	77	75	72	71
19	92	92	90	90	90	90	88	83	77	75	72	68
20	80	80	83	96	90	88	82	75	66	73	66	64
21	90	90	90	96	99	96	88	80	73	75	72	72
22	92	96	96	92	92	92	90	80	69	67	71	78
23	92	92	92	90	90	90	88	80	76	75	76	78
24	90	86	92	96	96	96	92	88	78	78	76	78
25	83	83	88	86	88	88	80	72	70	76	74	76
26	96	99	96	96	96	92	90	85	77	73	72	71
27	82	80	86	92	96	99	92	80	68	70	71	74
28	92	90	90	90	90	90	90	88	83	90	90	88
29	92	90	90	90	90	90	88	86	88	86	76	72
30	86	86	86	86	86	86	86	82	73	71	69	69
Mittel	88.4	88.8	89.6	90.3	89.8	89.6	86.8	81.4	75.1	73.7	72.7	72.6

Digitized by Google

relativen Feuchtigkeit.

Nachmittag.

0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12	Mittel
73	76	73	78	78	78	78	75	79	83	80	79	79.7
65	65	68	70	71	71	75	75	76	75	75	76	72.9
71	70	71	73	72	74	79	80	78	85	83	85	76.4
68	67	68	69	74	72	72	72	73	77	76	80	77.0
71	69	74	72	80	78	77	78	83	85	85	92	83.1
77	80	76	71	76	80	85	88	95	96	92	91	85.6
58	60	61	63	64	68	71	71	73	73	76	77	73.4
58	59	60	63	67	69	74	76	80	83	83	82	74.5
59	63	67	67	67	67	72	73	76	77	80	85	74.0
74	76	76	71	67	76	90	92	99	97	97	94	84.4
88	86	83	86	86	83	86	83	83	83	88	88	87.2
90	88	83	76	76	82	88	88	86	86	88	90	87.4
71	72	71	72	80	86	86	92	92	92	92	90	81.4
77	76	82	80	83	80	80	82	90	92	90	92	83.6
72	80	78	76	78	83	88	92	92	90	90	92	85.7
71	71	71	74	80	83	86	88	88	88	88	90	82.8
69	70	71	74	80	83	83	86	90	90	90	92	82.1
71	71	72	78	83	88	90	92	96	92	92	92	85.2
68	66	70	72	75	78	80	80	82	82	80	80	80.0
61	64	67	70	76	80	83	83	86	88	88	88	77.8
72	72	76	78	86	88	86	88	96	92	92	96	85.1
74	78	77	77	78	82	90	92	88	90	96	92	84.5
80	76	78	83	86	86	92	90	90	88	90	92	85.4
76	76	72	73	80	83	82	83	90	92	90	83	84.4
70	71	72	76	80	82	88	83	86	86	90	92	80.8
71	72	76	83	80	83	88	90	88	88	90	83	84.8
76	89	83	90	83	88	92	90	88	90	92	92	85.1
88	92	90	90	90	92	92	92	92	92	92	92	90.2
76	72	74	74	76	80	83	88	90	86	86	86	83.7
68	67	69	71	70	74	77	78	77	80	86	86	77.9
72.1	73.1	73.6	75.0	77.4	79.9	83.1	84.0	86.1	86.6	87.2	87.6	81.8

Digitized by Google

V. Stundenwerte der

1906. Monat November. Vormittag.

Datum	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12
1	87	88	88	87	87	87	87	85	84	82	75	74
2	83	84	86	86	87	86	84	86	82	71	71	71
3	85	85	86	85	85	85	85	83	80	77	80	87
4	81	87	87	88	89	89	88	84	77	75	75	74
5	88	88	88	88	88	89	88	82	72	68	71	71
6	88	87	87	86	87	89	88	82	71	71	72	79
7	89	88	88	88	87	88	89	87	77	71	74	73
8	88	89	89	89	88	88	88	87	79	72	71	76
9	90	90	90	89	89	90	89	84	73	74	75	80
10	87	88	88	89	89	88	84	75	71	73	72	73
11	88	88	88	88	89	89	85	75	74	73	72	71
12	82	84	86	86	86	81	77	75	76	76	75	76
13	92	94	93	92	93	93	91	86	76	73	75	77
14	94	94	93	93	93	91	88	81	77	73	73	81
15	86	88	87	89	92	92	93	94	94	94	91	86
16	85	82	81	81	82	83	83	91	89	88	81	88
17	91	92	91	91	91	92	90	84	79	80	84	76
18	93	92	92	93	93	93	93	92	92	92	87	74
19	91	91	91	91	91	91	91	89	84	80	83	88
20	89	90	88	91	82	83	80	78	68	69	68	69
21	89	90	89	90	91	91	89	83	87	88	81	77
22	92	92	92	92	92	92	92	91	83	77	75	74
23	92	93	92	92	92	91	91	83	72	72	73	73
24	90	91	92	92	91	92	88	78	73	69	72	73
25	92	92	92	92	91	91	91	83	74	71	71	72
26	88	88	88	87	87	87	89	86	83	75	72	73
27	91	91	91	92	92	91	87	82	76	77	78	75
28	90	90	89	89	88	89	87	82	77	85	82	80
29	89	89	91	92	92	91	91	92	91	91	91	91
30	91	91	91	91	91	91	91	91	88	85	85	86
Mittel	88.7	89.2	89.1	89.3	89.2	89.1	87.9	84.4	79.3	77.2	76.8	77.3

Digitized by Google

relativen Feuchtigkeit.

Nachmittag.

0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12	Mittel
71	70	70	73	75	81	84	85	85	84	84	83	81.5
72	80	87	87	88	87	82	79	83	84	84	84	82.2
88	87	88	87	89	90	89	85	82	78	80	78	84.3
71	74	75	76	78	78	80	86	87	87	87	87	81.7
73	69	67	68	63	65	70	71	80	83	87	87	77.7
86	86	78	79	80	83	88	88	88	89	89	89	83.8
68	71	71	71	71	73	81	85	87	87	87	88	80.8
77	74	73	77	78	81	84	89	90	90	90	90	83.2
88	89	88	80	74	72	80	87	88	88	88	88	84.3
73	74	77	77	80	79	80	80	79	81	83	87	80.3
74	74	75	77	79	83	84	84	84	85	84	84	81.1
76	76	77	79	83	82	83	85	87	88	87	89	81.3
79	82	83	86	87	84	88	93	95	94	94	94	87.2
88	83	84	88	88	86	79	84	85	85	80	82	85.1
89	91	84	83	84	89	89	92	92	92	92	86	89.5
92	92	93	94	94	92	90	91	91	91	91	91	88.2
75	85	86	78	82	85	89	92	92	93	93	93	86.8
72	71	72	74	76	79	84	89	91	91	91	91	86.1
91	88	83	82	86	84	83	82	85	82	86	87	86.7
71	81	78	68	69	71	78	84	87	88	88	89	79.5
74	71	76	79	76	79	83	86	90	91	93	93	84.8
73	74	74	74	77	82	84	87	88	90	91	91	84.5
74	76	79	77	81	83	84	83	81	86	89	90	83.3
73	73	76	80	80	81	82	86	91	91	92	92	83.2
73	73	76	77	76	78	81	82	87	90	90	90	82.7
72	73	75	74	77	80	82	85	88	89	90	91	82.5
74	75	77	80	90	86	86	87	85	89	90	90	84.7
80	82	85	88	86	83	91	93	93	93	90	87	86.4
90	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	90.9
84	80	76	77	80	83	86	87	85	86	87	91	86.4
78.0	78.8	79.1	79.4	80.6	81.7	83.8	85.9	87.2	87.9	88.3	88.4	84.0

Digitized by Google

VI. Stundenwerte

1906. Monat September. Vormittag.

Datum	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12
1	59.7	59.5	57.3	59.1	59.1	59.5	59.9	60.6	61.0	61.0	60.5	60.0
2	60.4	60.1	59.9	59.8	59.9	60.0	60.3	61.1	61.2	61.3	60.6	60.5
3	60.6	60.4	60.2	60.0	60.3	60.5	60.7	61.2	61.3	61.3	61.1	60.7
4	59.9	59.7	59.5	59.5	59.6	59.7	59.9	60.3	60.3	60.3	60.1	59.6
5	59.1	58.9	58.5	58.4	58.5	58.8	59.1	59.8	59.9	59.9	59.3	58.9
6	59.1	59.8	59.6	59.6	59.6	59.8	59.1	59.7	59.8	59.7	57.0	58.6
7	59.0	58.7	58.6	58.5	58.6	58.7	58.9	59.1	59.2	59.3	59.1	58.7
8	58.5	58.2	57.9	57.6	57.8	58.1	58.6	59.1	59.3	59.4	59.0	58.4
9	58.7	58.3	58.0	57.8	57.8	58.0	58.5	59.0	59.2	59.1	59.1	58.7
10	58.6	58.1	57.9	57.8	57.8	57.9	58.5	59.0	59.1	59.0	59.2	59.1
11	59.6	59.3	59.0	58.9	59.4	59.7	60.3	60.4	60.6	60.6	60.3	59.9
12	59.6	59.1	58.6	58.7	58.9	59.0	59.8	60.2	60.8	60.8	60.7	60.7
13	59.7	59.5	59.0	58.9	59.0	59.2	59.8	60.2	60.5	60.5	60.4	60.1
14	59.7	59.5	59.5	59.2	59.4	59.4	60.2	60.5	60.7	60.6	60.0	59.6
15	59.8	59.7	59.5	59.4	59.5	59.7	60.1	60.7	60.8	61.1	60.7	60.1
16	60.0	59.7	59.5	59.5	59.6	59.7	60.3	60.7	61.0	60.9	60.4	60.0
17	59.2	59.0	58.8	58.7	58.6	58.8	59.1	59.5	59.8	59.8	59.6	59.2
18	58.7	58.6	58.4	58.4	58.5	58.6	59.1	59.3	59.3	59.3	58.9	58.3
19	58.8	58.7	58.6	58.5	58.7	58.8	59.0	59.2	59.3	59.3	58.9	58.6
20	58.9	58.7	58.4	58.2	58.3	58.4	58.9	59.3	59.2	59.2	58.6	58.2
21	57.8	57.7	57.6	57.5	57.6	57.7	58.4	58.9	58.5	58.5	58.1	57.6
22	58.4	58.0	57.6	57.6	57.7	57.9	58.5	58.7	58.9	58.8	58.3	57.8
23	58.3	58.0	57.8	57.9	58.0	58.2	58.9	59.5	59.7	59.4	59.1	58.9
24	59.0	58.7	58.5	58.6	58.7	59.0	59.9	60.3	60.3	60.2	59.9	59.5
25	58.8	58.4	58.0	58.9	59.0	59.2	59.5	59.1	59.1	59.0	58.9	58.7
26	57.3	57.2	57.1	57.1	57.4	57.7	58.0	58.4	58.6	58.5	58.3	58.0
27	57.2	57.0	56.5	56.3	56.5	56.7	56.7	58.0	57.5	57.2	56.7	56.4
28	56.0	55.9	55.6	55.5	55.8	56.0	56.6	57.1	57.4	57.4	57.8	57.7
29	58.0	57.9	57.8	57.8	57.9	58.0	58.7	59.5	60.0	60.2	60.2	59.8
30	59.6	59.5	57.4	59.3	59.4	50.5	59.9	60.6	60.8	60.6	60.2	59.8
Mittel	58.93	58.73	58.49	58.43	58.56	58.74	59.14	59.63	59.77	59.73	59.43	59.07

Digitized by Google

des Luftdruckes.

Nachmittag.

0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12	Mittel
59.6	59.1	58.6	58.7	58.8	59.1	59.3	59.6	60.0	60.2	60.6	60.6	59.72
60.0	59.6	59.0	58.9	59.0	59.3	59.6	60.0	60.5	60.8	60.9	60.9	60.15
60.0	59.4	58.9	5.88	58.8	59.0	59.4	59.8	60.1	60.2	60.1	59.9	60.10
60.1	58.7	58.0	58.1	58.1	58.2	58.6	58 9	59.4	59.5	59.4	59.3	59.36
58.2	58.1	57.7	57.8	58.1	58.1	58.4	58.8	57.2	59.4	59.5	59 4	58.82
58.1	57.7	57.5	57.5	57.8	57.8	58.2	58.6	59.1	59.3	59.4	59.3	58.90
58.0	57.6	57.4	57.2	57.3	57.4	57.8	58.0	58.2	58.5	58.7	59.4	58.41
57.8	57.3	57.0	57.1	57.0	57.2	57.8	58.2	58.6	58.7	58.9	58.9	58.18
58.1	57.6	57.2	57.2	57.4	57.6	58.1	58.6	58.7	58.8	58.8	58.8	58.30
58.4	57.9	57.4	57.5	57.7	57.8	58.3	59.0	59.8	60.4	60.8	60.3	58.64
59.5	59.1	58.5	58.1	58.3	58.7	59.2	59.6	59.8	59.8	59.9	59.8	59.51
60.3	59.5	58.8	58.7	58.9	58.9	59.2	59.6	60.0	60.1	60.2	60.0	59.63
59.5	59.2	58.9	58.7	58.7	59.0	59.4	59.7	60.2	60.7	60.4	60.3	59.63
59.0	58.6	58.1	58.0	58.2	58.2	59.0	59.5	59.9	59.9	60.2	60.1	59.46
59.5	59.1	58.7	58.7	58.6	58.8	59.1	59.5	59.9	60.4	60.6	60.4	59.77
59.4	59.0	58.5	58.3	58.3	58.4	58.9	59.2	59.3	59.4	59.5	59.5	59.54
58.6	58.3	58.1	58.0	58.0	58.0	58.4	58.8	59.0	59.0	58.9	58.8	58.83
57.9	57.4	57.2	57.2	57.4	57.7	58.4	58.7	59.0	59.1	59.1	58.9	58.48
58.2	57.8	57.5	57.5	57.8	57.9	58.4	58.8	59.1	59.1	59.4	59.4	58.64
57.6	57.3	56.7	56.5	56.6	56.8	57.2	57.6	58.0	58.1	58.2	58.1	58.04
57.1	56.6	56.1	56.0	56.0	56.2	56.9	57.5	57.8	58.1	58.5	58.5	57.55
57.5	57.1	56.9	56.9	57.1	57.2	57.6	57.8	58.0	58.3	58.5	58.4	57.90
58.6	58.3	57.9	57.6	57.8	57.9	58.2	58.6	59.0	59.1	59.1	59.3	58.56
59.2	58.8	58.3	57.9	57.8	58.0	58.4	58.8	59.1	59.2	59.2	59.2	59.02
58.2	57.4	56.6	56 4	56.4	56.6	56.9	57.2	57.7	57.8	57.9	57.8	58.02
57.1	56.4	56.0	56.2	56.2	56.2	56.9	57.2	57.3	57.7	57.9	57.6	57.35
55.6	55.4	55.4	55.3	55.5	56.1	56.1	56.6	56.9	57.0	56.8	56.6	56.50
57.2	57.0	56.8	56.9	57.1	57.2	57.6	57.7	58.0	58.1	58.4	58.4	57.05
59.2	58.8	58.3	58.3	58.4	58.5	58.6	59.9	59.3	59.7	59.7	59.7	58.92
59.1	58.4	58.5	58.8	58.4	58.3	58.7	59.0	59.3	59.5	59.6	59.7	59.41
58.55	58.08	57.68	57.63	57.72	57.87	58.29	58.69	59.01	59.19	59.31	59.24	58.75

Digitized by Google

VI. Stundenwerte

1906. Monat November. Vormittag.

Datum	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12
1	56.4	56.0	55.8	55.8	55.9	56.0	56.6	56.9	57.1	57.2	57.0	56.5
2	56.5	55.8	55.7	55.7	56.0	56.6	56.9	57.3	57.8	57.7	57.5	57.4
3	57.2	56.9	56.4	56.1	56.3	56.7	57.3	57.9	58.3	58.3	58.1	58.0
4	57.8	57.7	57.4	57.5	57.6	57.8	58.5	58.9	59.0	58.8	58.5	58.2
5	57.7	57.5	57.4	57.4	57.6	57.7	57.9	58.1	58.2	57.9	57.5	57.2
6	57.6	57.1	56.8	56.7	56.8	57.2	57.7	57.9	57.9	57.8	57.2	57.2
7	57.3	56.7	56.6	56.5	56.5	56.7	57.3	57.8	58.0	57.8	57.6	57.3
8	56.7	56.4	56.0	56.1	56.4	56.7	56.9	57.4	57.6	57.3	56.4	56.3
9	56.6	56.4	56.0	55.9	56.5	56.6	56.9	57.1	57.1	56.9	56.5	56.4
10	56.6	56.2	56.1	56.4	56.5	56.7	56.8	56.9	56.7	56.4	56.4	55.7
11	56.9	56.6	56.4	56.2	56.4	56.7	57.0	57.4	57.5	57.5	57.4	56.8
12	57.7	57.1	56.8	56.7	56.7	57.0	57.6	58.2	58.3	58.2	57.9	57.6
13	57.9	57.8	57.6	57.6	57.7	57.8	58.1	58.3	58.3	58.3	57.9	57.5
14	58.0	57.4	56.8	57.0	56.9	56.9	57.4	57.9	58.1	58.0	57.8	57.5
15	57.2	57.3	57.0	57.0	56.9	57.0	57.2	57.8	58.1	58.2	58.1	58.0
16	57.0	56.8	56.8	56.2	56.2	56.5	57.1	57.2	58.0	58.0	57.5	57.1
17	57.6	57.2	56.5	56.5	56.4	56.6	56.9	57.3	57.4	57.5	57.2	57.0
18	56.9	56.5	55.9	55.8	56.0	56.3	57.6	57.4	57.4	57.1	56.9	56.7
19	55.8	55.6	55.6	55.7	55.8	55.7	55.9	56.1	56.1	55.9	*55.6*	55.2
20	55.1	54.6	54.4	54.5	54.9	55.1	55.5	55.5	55.4	55.2	55.2	55.1
21	56.0	56.0	55.7	55.6	55.6	55.9	56.6	56.9	56.9	57.2	57.3	56.9
22	56.7	56.3	55.8	55.8	55.9	56.3	56.7	57.1	57.2	57.2	57.0	56.6
23	56.6	56.4	55.9	55.7	55.6	55.8	56.5	57.0	57.0	56.8	56.5	56.0
24	56.4	56.0	55.7	55.7	55.7	55.7	56.1	56.7	56.6	56.5	56.3	56.1
25	57.0	56.7	56.4	56.0	56.2	56.4	57.0	57.8	58.0	57.8	57.4	57.1
26	57.3	56.9	56.5	56.2	56.1	56.2	56.9	57.1	57.2	57.1	56.7	56.5
27	56.1	55.8	55.6	55.5	55.4	55.6	55.8	56.0	55.8	55.7	55.3	55.0
28	54.3	54.0	53.9	53.8	53.9	54.1	54.7	54.9	54.9	54.9	54.7	54.4
29	54.8	54.4	54.5	54.6	55.0	55.5	55.8	56.0	56.4	56.5	56.2	55.9
30	56.6	56.5	56.4	56.4	56.5	56.6	57.1	59.2	57.2	57.3	56.9	56.3
Mittel	56.74	56.42	56.15	56.09	56.20	56.41	56.88	57.20	57.32	57.23	56.95	56.65

Digitized by Google

des Luftdruckes.

Nachmittag.

0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12	Mittel
56.3	55.8	55.5	55.5	55.5	55.7	56.1	56.5	56.7	56.7	56.9	56.9	56.30
56.9	56.5	56.6	56.8	56.7	56.7	57.0	57.5	57.8	57.8	57.9	57.8	56.95
57.8	57.8	57.9	58.1	58.5	58.5	58.6	58.7	58.6	58.6	58.5	58.2	57.80
57.4	57.3	57.1	56.8	57.1	57.2	57.4	57.7	58.0	58.3	58.3	58.2	57.85
56.7	56.4	56.3	56.0	56.0	56.4	57.0	57.5	58.0	57.9	57.9	57.9	57.34
57.0	56.7	56.4	56.1	56.2	56.3	57.0	57.5	57.6	57.8	57.7	57.5	57.16
56.6	56.4	56.2	56.0	55.9	56.1	56.3	56.4	56.7	57.0	57.0	56.8	56.81
56.2	55.9	55.4	55.3	55.4	55.7	56.2	56.5	56.9	57.1	57.1	56.9	56.45
56.1	55.8	55.8	55.6	56.0	56.2	56.2	56.9	57.5	57.5	57.4	56.8	56.53
55.5	55.4	55.2	55.1	55.1	55.3	55.7	56.2	56.7	56.9	57.0	56.9	56.18
56.4	56.0	55.5	55.4	55.5	56.0	56.6	56.8	57.3	57.8	57.9	57.8	56.74
57.2	56.8	56.5	56.5	56.7	57.2	57.0	58.0	58.1	58.2	58.2	58.1	57.43
56.7	56.5	56.4	56.3	56.4	56.8	57.2	57.6	57.9	58.3	58.7	58.7	57.60
57.7	57.2	57.0	56.8	56.9	57.0	57.3	57.6	57.9	58.0	57.9	57.8	57.45
57.3	57.0	56.8	56.5	56.2	56.3	56.9	57.1	57.1	57.1	57.5	57.5	57.21
56.9	57.0	56.5	56.2	56.1	56.0	56.7	56.8	57.0	57.5	57.7	57.7	56.94
56.6	56.3	56.2	56.2	56.0	56.0	56.1	56.2	56.9	56.9	57.1	57.1	56.74
56.2	55.9	55.6	55.5	55.6	55.9	56.2	56.2	56.3	56.6	56.5	56.2	56.38
54.9	*54.6*	54.3	54.0	54.1	54.3	54.7	55.0	55.5	54.8	55.8	55.6	55.32
55.0	54.6	54.5	54.3	54.3	54.5	54.9	55.2	55.6	56.0	56.4	56.4	55.09
56.5	56.0	55.5	55.4	55.4	55.5	55.8	56.2	56.5	56.7	57.0	57.0	56.25
56.2	56.1	56.0	55.5	55.2	55.3	55.9	56.0	56.3	56.6	56.8	56.8	56.30
55.5	55.3	55.2	54 9	54.9	55.0	55.4	55.8	56.2	56.4	56.8	56.7	56.00
55.6	55.1	54.6	54.5	54.6	55.0	55.5	56.1	56.6	57.0	57.3	57.4	55.95
56.5	56.2	55.5	55.3	55.2	55.5	55.9	56.3	56.7	57.1	57.6	57.6	56.63
56.2	55.7	55.4	55.1	55.1	55.1	55.6	56.2	56.6	56.7	56.8	56.7	56.33
54.3	53.9	53.4	53.5	53.5	53.8	54.3	54.6	54.9	55.0	54.9	54.8	54.93
54.0	53.8	53.4	53.4	53.7	54.2	54.6	55.1	55.3	55.6	55.7	55.4	54.45
55.8	55.6	55.6	55.7	56.0	56.4	56.8	56.9	57.4	57.6	57.3	57.0	55.99
56.1	56.0	55.4	54.9	55.1	55.1	55.1	55.1	55.3	55.5	56.0	56.0	56.11
56.27	55.99	55.72	55.57	55.63	55.83	56 20	56.54	56.86	57.07	57.19	57.07	56.51

Digitized by Google

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	3
I. Windrichtung und Windstärke.	
A. Aufstellung der Windfahne und des Anemographen	5
B. Die Bearbeitung der Windregistrierungen	8
C. Die Ergebnisse der Registrierungen des Windes	9
II. Registrierung des Regens.	
A. Die Aufstellung der Regenmesser	25
B. Die Bearbeitung der Regenregistrierungen	27
C. Ergebnisse der Registrierung des Niederschlags	30
III. Sonnenscheindauer.	
A. Die Aufstellung des Sonnenscheinautographen	49
B. Bearbeitung der Sonnenscheinregistrierungen	50
C. Ergebnisse der Sonnenscheinregistrierung	50
IV. Die Registrierung der Temperatur und der Feuchtigkeit.	
A. Aufstellung der Registrierapparate	57
B. Bearbeitung der Thermographen- und Hygrographen-Registrierungen	60
C. Die Ergebnisse der Registrierungen der Temperatur	69
Die tägliche Periode der Lufttemperatur	75
Luftfeuchtigkeit	84
V. Die Registrierung des Luftdrucks.	
A. Aufstellung der Instrumente	92
B. Die Bearbeitung der Barographenregistrierungen	93
C. Die Ergebnisse der Luftdruckregistrierungen	96
Anhang. Stundenwerte der meteorologischen Elemente in den Monaten September und November 1906	108

Digitized by Google

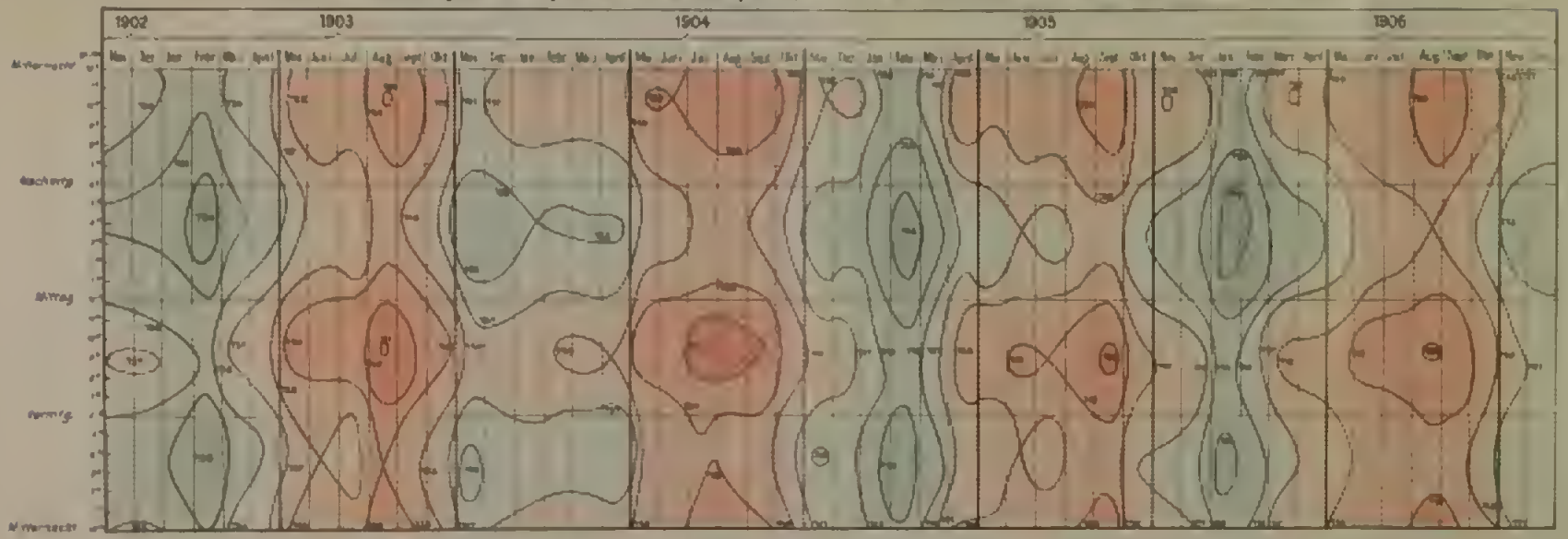
Fig. 1. Aufstellung der meteorologischen Instrumente.

Fig. 2. Meteorologische Hütte.

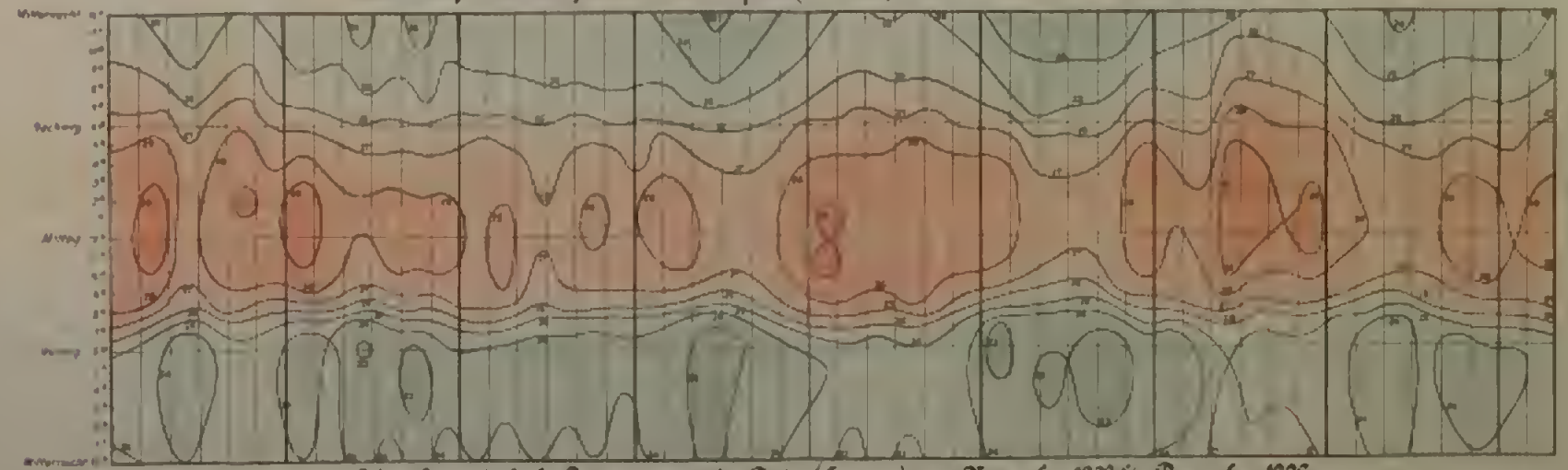
Digitized by Google

SOC LIBRARY

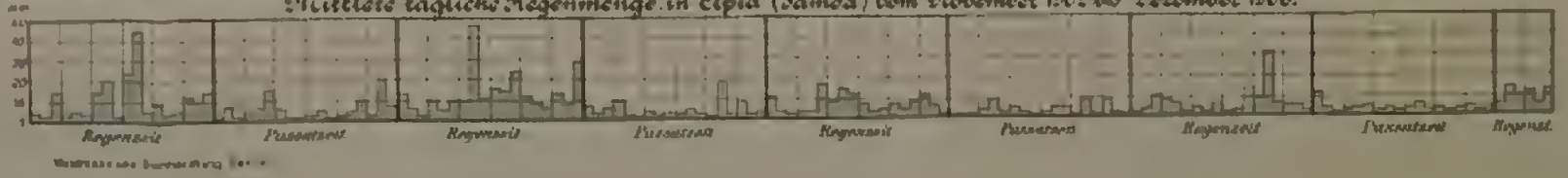
Verlauf des Luftdrucks in Apia (Samoa) vom November 1902 bis Dezember 1906.



Verlauf der Temperatur in Apia (Samoa) vom November 1902 bis Dezember 1906.



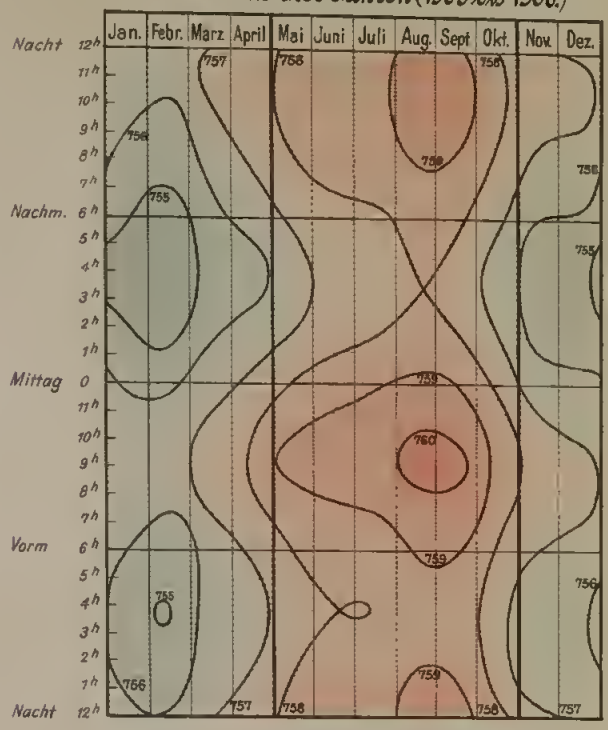
Mittlere tägliche Regenmenge in Apia (Samoa) vom November 1902 bis Dezember 1906.



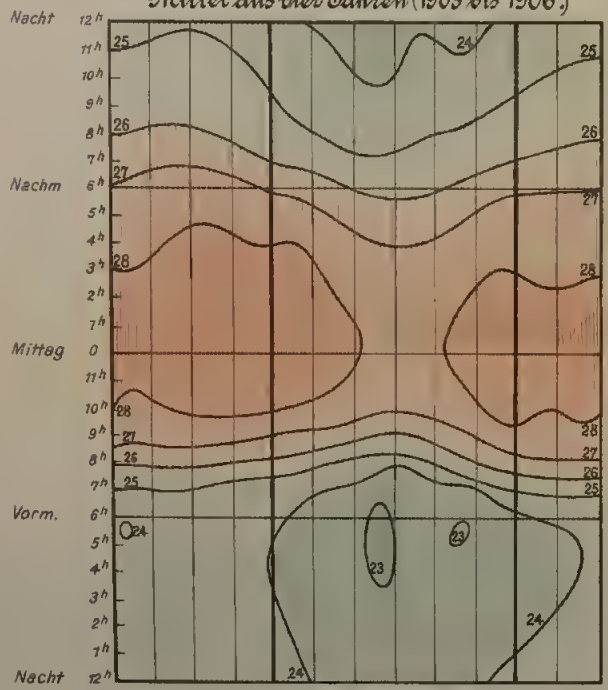
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS

Digitized by Google

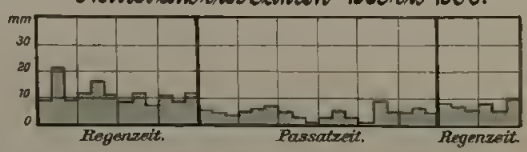
Verlauf des Luftdrucks in Apia (Samoa).
Mittel aus vier Jahren (1903 bis 1906.)



Verlauf der Temperatur in Apia (Samoa).
Mittel aus vier Jahren (1903 bis 1906.)



Mittlere tägliche Regenmenge in Apia (Samoa).
Mittel aus vier Jahren 1903 bis 1906.



Weidmann'sche Buchhandlung Berlin

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS

Verzeichnis der Tabellen und Abbildungen.

		Seite
Figur 1.	Registrierwindfahne von O. Steffens	6
„ 2.	Windrichtung und Windstärke in Apia am 27./28. Dezember 1906	6 u. 7
„ 3 a u. b.	Häufigkeit der verschiedenen Windrichtungen in Prozenten (Passatzeit und Regenzeit)	12
„ 4.	Täglicher Gang der Temperatur und der Windstärke in Differenzen gegen das Mittel	14
„ 5.	Mittlere Geschwindigkeit bei den einzelnen Windrichtungen	18
„ 6 a u. b.	Mittlerer Windweg der einzelnen Richtungen in km pro Monat (Passatzeit nnd Regenzeit)	18 u. 19
„ 7.	Täglicher Gang des Windes (Vektordiagramm) in km pro Stunde (September und März)	21
„ 8.	Täglicher Gang der Windgeschwindigkeit an heitern und trüben Tagen	23
„ 9.	Schematische Darstellung der Abhängigkeit der Nutzbarkeit des Regens von der an einem Tage fallenden Regenmenge	29
„ 10.	Jährliche Periode des Niederschlags	30
„ 11.	Täglicher Gang des Niederschlags	42
„ 12.	Abhängigkeit der Amplitude des täglichen Temperaturganges von der Bewölkung	53
„ 13.	Vergleich des Temperaturanstiegs am Vormittage mit dem Verlauf der Sinuskurve	62
„ 14 a.	Graphische Ermittelung der Thermographenkorrektion	66
„ 14 b.	Graphische Ermittelung der Hygrographenkorrektion	66
„ 15.	Jährlicher Gang der täglichen Temperaturamplitude	74
„ 16.	Täglicher Temperaturgang	76
„ 17.	Täglicher Gang der Temperatur an heitern und trüben Tagen	80
„ 18.	Jährlicher Gang der Temperatur und der Feuchtigkeit	85
„ 19.	Täglicher Gang des Dampfdruckes und der relativen Feuchtigkeit in Passat- und Regenzeit	88
„ 20.	Täglicher Gang der absoluten Feuchtigkeit an heitern und trüben Tagen	91
„ 21.	Jährlicher Gang des Luftdruckes	97
„ 22.	Barograph in Apia vom 10. bis 15. Februar 1903	98
„ 23.	Täglicher Gang des Luftdruckes in Passat- und Regenzeit	99
„ 24.	Täglicher Gang des Luftdruckes an heitern und trüben Tagen	105
„ 25.	Verlauf von Luftdruck, Temperatur und Feuchtigkeit an typischen Passattagen	107

Digitized by Google

Verzeichnis der Tafeln.

Tafel 1. Aufstellung der meteorologischen Instrumente in Apia.
„ 2. Verlauf des Luftdruckes, der Temperatur und der Regenmenge in Apia von November 1902 bis Dezember 1906.
„ 3. Dasselbe, Mittel aus den Jahren 1902 bis 1906.

Verlag der Weidmannschen Buchhandlung in Berlin.

ABHANDLUNGEN

DER KÖNIGLICHEN GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN ZU GÖTTINGEN.

Mathematisch-physikalische Klasse. Neue Folge.

I. Bd. No. 1. **Koenen, A. v.**, *Ueber Fossilien der Unteren Kreide am Ufer des Mungo in Kamerun.* Mit 4 Tafeln. 4. (48 S.) 1897 5 M.

Nachtrag dazu. 4. (S. 49 — 65 mit Tafeln V—VII.) 1898. 3 M.

I. Bd. No. 2. **Brendel, Martin**, *Theorie der kleinen Planeten.* Erster Teil. 4. (171 S.) 1898. 16 M.

I. Bd. No. 3. **Schur, W.**, *Ableitung relativer Oerter des Mondes gegen die Sonne aus heliometrischen Messungen von Sehnenlängen ausgeführt auf der Sternwarte zu Göttingen während der partiellen Sonnenfinsternisse von 1890 Juni 61/17 (Beobachter: Schur, Ambronn u. Hayn) und von 1891 Juni 6 (Beobachter: Schur).* Mit 3 Plänen der Sternwarte nebst Vorzeichniss der grösseren Instrumente. 4. (26 S.) 1898. 3 M.

I. Bd. No. 4. **Schur, W.**, *Vermessung der beiden Sternhaufen h und x Persei mit dem sechszölligen Heliometer der Sternwarte in Göttingen verbunden mit einer Uebersicht aller bis zum Jahre 1900 ausgeführten Instrumentaluntersuchungen.* Mit einer Sternkarte. 4. (88 S.) 1900. 9 M.

II. Bd. No. 1. **Wiechert, E.**, *Theorie der automatischen Seismographen.* 4. (128 S.) 1903. 8 M.

II. Bd. No. 2. **Kramer, Julius**, *Theorie der kleinen Planeten. Die Planeten vom Hecuba Typus.* 4. (153 S.) 1902. 15 M.

II. Bd. No. 3. **Furtwängler, Ph.**, *Ueber das Reciprocitätsgesetz der l^{ten} Potenzreste in algebraischen Zahlkörpern, wenn l eine ungerade Primzahl bedeutet.* 4. 82 S.) 1902. 6 M.

II. Bd. No. 4. **Prasad, G.**, *Constitution of Matter and Analytical Theories of Heat.* 4. (68 S.) 1903. 6 M.

III. Bd. No. 1. **Ehlers, E.**, *Neuseeländische Anneliden.* Mit 9 Tafeln. 4 (79 S.) 1904. 10 M.

III. Bd. No. 2. **Koenen, A. v.**, *Ueber die Untere Kreide Helgolands und ihre Ammoniten.* Mit 4 Tafeln. 4. (63 S.) 1904. 4 M.

III. Bd. No. 3. **Schur u. Ambronn.** *Die Messungen des Sonnendurchmessers an dem Repsoldschen 6zöll. Heliometer der Sternwarte zu Göttingen.* 4. (126 S. u. 2 Taf.) 1905. 12 M.

III. Bd. No. 4. **Brendel, M.**, *Theorie des Mondes.* 4. (97 S.) 1905. 7 M.

III. Bd. No. 5. **Linke, F.**, *Luftelektrische Messungen bei 12 Ballonfahrten.* Mit 4 Tafeln 4. (30 S.) 1904. 6 M.

IV. Bd. No. 1. **Schwarzschild, K.**, *Untersuchungen zur geometrischen Optik.* I. Einleitung in die Fehlertheorie optischer Instrumente auf Grund des Eikonalbegriffs. Mit 6 Fig. 4. (31 S.) 1905. 2 M.

IV. Bd. No. 2. **Schwarzschild, K.**, *Untersuchungen zur geometrischen Optik.* II. Theorie der Spiegeltelescope. Mit 9 Fig. 4. (28 S.) 1905. 2 M.

IV. Bd. No. 3. **Schwarzschild, K.**, *Untersuchungen zur geometrischen Optik.* III. Ueber die astrophotographischen Objektive. Mit 10 Fig. 4. (54 S.) 1905. 4 M.

IV. Bd. No. 4 **Verworn, M.**, *Die archaeolithische Cultur in den Hipparionschichten von Aurillac. (Cantal).* Mit 5 Taf. 4. (56 S.) 1905. 4 M. 50 Pf.

IV. Bd. No. 5 **Meyermann, B.**, *Vermessung der Umgebung des Orionnebels.* 4. (47 S.) 1906. 3 M. 50 Pf.

V. Bd. No. 1. **Kohlschütter, E.**, *Ergebnisse der Ostafrikanischen Pendelexpedition v. J. 1899 u. 1900.* Mit 16 Tafeln u. 8 Figuren im Text. 4. (VIII u. 229 S.) 1907. 26 M.

V. Bd. No. 2. **Schwarzschild, K.**, *Ueber die totale Sonnenfinsternis vom 30. August 1905.* Mit 5 Tafeln. 4. (78 S.) 1907. 6 M.

V. Bd. No. 3. **Kramer, J.**, *Theorie der kleinen Planeten vom Hekubatypus.* 4. (154 S.) 1907. 14 M.

V. Bd. No. 4. **Ehlers, E.**, *Neuseeländische Anneliden. II.* Mit 16 Figuren. 4. (91 S.) 1907 2 M.

V. Bd. No. 5. **Gerdien, H.**, *Untersuchungen über die atmosphärischen radioaktiven Induktionen.* Mit 4 Tafeln. 4. (74 S.) 1907. 7 M.

VI. Bd. Nr. 1. **Pütter, August**, *Studien zur vergleichenden Physiologie des Stoffwechsels.* 4. (79 S.) 1908. 5 M.

VI. Bd. No. 2. **Holm, Ragnar**, *Experimentelle Untersuchungen über die geschichtete positive Glimmlichtsäule, insbesondere über das Schichtenpotential in $H_2 N_2 He$.* Mit 3 Tafeln und 6 Figuren im Text. 4. (50 S.) 4 M.

VI. Bd. No. 3. **Bütschli, O.**, *Untersuchungen über organische Kalkgebilde, nebst Bemerkungen über organische Kieselgebilde.* Mit 4 Tafeln u. 3 Textfiguren. 4. 1908.

VII. Bd. No. 1. *Ergebnisse der Arbeiten des Samoa-Observatoriums der Kgl. Gesellschaft d. Wissenschaften zu Göttingen.* I. Das Samoa-Observatorium von **Hermann Wagner**. Mit 9 Taf. 4. (70 S.) 1908. 6 M.

VII. Bd. No. 2. *Ergebnisse der Arbeiten des Samoa-Observatoriums der Kgl. Gesellschaft d. Wissenschaften zu Göttingen.* II. Die meteorologischen Registrierungen der Jahre 1902—1906 von **Otto Tetens** und **Franz Linke**. Mit 3 Taf. 16 Figuren und 4 Tabellen. 4. 1908.

Druck der Dieterich'schen Univ.-Buchdruckerei (W. Fr. Kaestner), Göttingen.

ABHANDLUNGEN
DER KÖNIGLICHEN GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN ZU GÖTTINGEN.
MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHE KLASSE.
NEUE FOLGE BAND VII. Nro. 3.

Ergebnisse der Arbeiten des Samoa-Observatoriums der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.

III.

Die Brandungsbewegungen des Erdbodens und ein Versuch ihrer Verwendung in der praktischen Meteorologie.

(Nach den Registrierungen und Beobachtungen des Samoa-Observatoriums.)

Von

Franz Linke.

Mit 3 Tafeln.

Berlin,
Weidmannsche Buchhandlung.
1909.

Die Brandungsbewegungen des Erdbodens und ein Versuch ihrer Verwendung in der praktischen Meteorologie

(nach den Registrierungen und Beobachtungen des Samoa-Observatoriums)

von

Franz Linke.

Vorgelegt in der Sitzung vom 21. März 1908 durch Herrn E. Wiechert.

Solange es Instrumente gibt, welche die Bewegungen des Erdbodens genügend empfindlich aufschreiben, hat man beobachtet, daß sehr selten vollständige Ruhe herrscht, sondern daß meist kurzperiodische Schwankungen des Instrumentes um seine Ruhelage anftreten. Es ließ sich nachweisen, daß es sich hierbei oft um wirkliche Bewegungen des Erdbodens handelt.

Infolge technischer Mängel sind diese hier zu behandelnden wirklichen Bodenbewegungen aber oft mit solchen verwechselt worden, welche durch Straßenverkehr und örtlichen Wind hervorgerufen werden. Von diesen soll hier nicht die Rede sein. Anch jene langperiodischen Schwankungan, welche durch Luftströmungen innerhalb des Schutzkastens und andere instrumentelle Fehler entstehen, sollen hier beiseite gelassen werden. Es ist Sache einer Erdbebenwarte, dnrch entsprechende Wahl der Instrumente und geeignete Aufstellung solche Erscheinungen zu beseitigen.

Wenn alle diese Störungen vermieden sind, zeigen die modernen Seismographen Bewegungen, wie sie Figur 1 vor Augen führt. Sie entstehen oft plötzlich, erreichen innerhalb einiger Stunden ihren Höhepunkt, halten aber meist einige Tage an und verschwinden allmählich. Oft ist die Periode ziemlich konstant, zeitweise kann man deutlich zwei und mehr Perioden unterscheiden, welche sich über einanderlagern, anch wohl Schwebungen bilden. Sie entstehen

Digitized by Google

und vergehen jede für sich, ohne daß Znsammengehörigkeit und Gesetzmäßigkeit dentlich ersichtbar ist.

Die hauptsächlichen Bezeichnungen sind „Mikroseismische Störung“ oder „Pendelnnrnhe“, anch wohl „Pulsatorische Oscillationen“. In der Englischen Literatur findet sich der Name „earthtremors“, oder „earthpulsations“. In den Vereinigten Staaten von Nord-Amerika hat man mit Rücksicht auf den einen Erklärungsversuch die Bezeichnung „aircurrents“ gewählt.

In den Erdbebenberichten des Samoa-Observatoriums habe ich den Ansdrnck „Brandungsbewegungen“ gebraucht und ich glaube im folgenden den Beweis liefern zu können, daß wirklich die Meereswellen die Ursache der Erscheinung sind.

Diese Hypothese ist seit einigen Jahren aufgetaucht. Sie ist aber bisher von der Mehrzahl der Seismologen nicht anerkannt und ein Beweis ist auch noch nicht erbracht worden.

Bisherige Erklärungsversuche.

Die italienischen Naturforscher Bertelli[1]) und de Rossi haben die Brandungsbewegungen des Erdbodens zuerst untersucht. Sie kamen zn der Ansicht, daß man es mit wirklichen seismischen Erscheinungen zu tun habe. Sie fanden schon die oft bestätigten Znsammenhänge zwischen den Änderungen des Luftdrucks nnd den Angaben ihrer „Tromoseismometer“. Die Luftdrncknnterschiede — glaubten sie — lösen Spannungen aus, welche das Erzittern der Erde hervorrufen.

Während R. Hoernes[2]) die Erscheinung ganz in die Meteorologie verweist, läßt S. Günther[3]) die rein seismische Erklärung noch gelten, wenn er schreibt:

> „Eine Neigung der obersten Lagen in einer steten Unruhe zn verharren, würde wahrscheinlich auch dann vorhanden sein, wenn der Erdball von keiner Atmosphäre nmschlossen wäre, doch kombinieren sich zweifellos die eigenen Bewegungen dieser letzteren mit den spontanen Bodenschwingungen derart, daß eine sehr verwickelte Gesamtbewegnng sich herausbildet. Ob direkte oder indirekte Folgen der Verschiedenheit des Luftdrucks hierbei die Hauptrolle spielen, d. h. ob bloß der Wind Anstöße erteilt oder die abwechselnde Be- und Entlastnng des Bodens das Maßgebende ist, kann erst ... von künftigen Generationen zur Entscheidnng gebracht werden. Ein ursächlicher Zusammenhang zwischen raschen Luftdrnckverminderungen und lebhafter Oscillation des Bodens scheint aber in jedem Falle zngestanden werden zn müssen“.

---

1) Bertelli, Memoria della realta dei moti microsismici etc. Atti dell' Akad. Pont. de nuovi Lincei 1875. Ders., Compt. Rend. 102, S 1835 ff.

2) R. Hoernes, Erdbebenkunde (Vorrede). Leipzig 1893.

3) S. Günther, Luftdruckschw. in ihrem Einflusse auf die festen nnd flüssigen Bestandt. d. Erdoberfl. Beitr. z. Geoph. 2.

Digitized by Google

E. v. Rebenr-Paschwitz[1]) unterschied auf seinen Registrierungen zwei Arten von Bewegungen: Mikroseismische Bewegungen nnd Pulsationen. Erstere bestanden in Knoten und Anschwellnngen der Registrierkurve und weisen einen so starken Parallelismus mit der örtlichen Windgeschwindigkeit auf, daß sie zweifellos größtenteils hierdurch ihre Erklärung finden. Die Pulsationen sind als ganz schwache Ausfranzungen der Kurve mit einer Periode von einigen Minnten bei der geringen Registriergeschwindigkeit gerade noch erkennbar. v. Rebeur-Paschwitz kommt zu dem Schlusse, daß Wind und Luftdruckgradient auf diese keinen Einfluß haben, vielleicht aber Änderungen des Lnftdrucks günstige Bedingungen für das Entstehen seien.

Auf verbesserten Apparaten — mit Dämpfung und größerer Masse — lassen sich die Erscheinungen der v. Rebenrschen Kurven nicht mehr in der gleichen Weise finden, sodaß instrumentelle Einflüsse wohl stark beteiligt gewesen sind.

Die weitaus größte Zahl der Autoren, welche sich mit der „Pendelunruhe" befaßt haben, findet auf statistischem Wege nur einen Zusammenhang mit Luftdruckgradienten oder Luftdruckänderungen. Besonders ist die vollständige Untersnchung von E. Mazelle[2]) zu erwähnen, welcher die Registrierungen in Triest statistisch verwandt hat. Mazelle stellt — wie überall — ein Maximnm des Vorkommens im Winter nnd ein fast gänzliches Fehlen im Sommer fest. Die tägliche Periode ist sehr schwach — 0.08 mm bei einem mittleren Werte von fast 2 mm —. Bei sehr starken Störungen entspricht der tägliche Gang dem der Bora in Triest. Ein Zusammenhang mit der Lnftdruckverteilung in Europa findet sich nicht; dagegen kommt Mazelle zn dem Schlusse, daß jeder Zunahme der mikroseismischen Störung anch eine größere Lnftdruckänderung entspricht, doch nicht umgekehrt.

Auffälligerweise legt der Verfasser wenig Wert auf eine Zusammenstellung, welche den höchsten in der Adria beobachteten Seegang mit der mikroseismischen Unruhe in Verbindung bringt:

Höchster Seegang	ruhige	bewegte	stark bewegte Tage
0	—	—	—
1	12	4	5
2	53	19	9
3	30	39	36
4	3	19	18
5	2	4	9
6	—	15	23.

Meines Erachtens ergibt sich hieraus, daß höherer Seegang an irgend einer Stelle

1) E. v. Rebeur-Paschwitz, Horizontalpendelbeob. a. d. Kaiserl. Univ.-Sternwarte zu Straßburg. Beitr. z. Geoph. 2, 1895.

2) E. Mazelle, Die mikros. Pendelunruhe u. ihr Zusammenhang mit Wind u. Luftdruck. Mitt. d. Erdbebenkomm. N. F. No. 15. Wien 1903.

Digitized by Google

der Adria auch größere Unruhe erzeugt, wenngleich die Beziehung durch die gewählte statistische Behandlung etwas verwischt wird.

Unter den Versuchen, die gefundenen Beziehungen zwischen Luftdruckunterschieden und Pendelunruhe zu erklären, sind zwei Wege zu unterscheiden:

Einige Autoren glauben, daß die Erdoberfläche durch längeres Darüberhinwegstreichen des Windes in Schwingungen geraten könne. Der Beweis dafür dürfte ebenso schwer fallen wie die Widerlegung. Dagegen spricht folgende Überlegung: Erstens müssten kontinentalgelegene Stationen im Durchschnitt heftigere Pendelunruhe haben als Küstenstationen, was den Tatsachen widerspricht; ferner müßte die Bewegung durchaus parallel mit dem Winde gehen, was ebenfalls nicht der Fall ist.

Ein zweiter Erklärungsversuch stützt sich auf die Darlegung G. H. Darwins[1]), daß, wenn eine Depression zugleich mit einem Hochdruckgebiet über einer geologisch zusammenhängenden Scholle liegt, der Erdboden unter der Depression sich um einige Centimeter heben, unter dem hohen Drucke um ebensoviel senken müsse.

Es ist besonders W. Laska[2]), dessen Theorie jetzt die größte Verbreitung hat. Laska stellt die Hypothese auf, daß der Vorübergang eines steilen barometrischem Minimums und das Vorhandensein eines steilen, stark wechselnden Gradienten Eigenschwankungen der betroffenen Erdscholle auslösen. Wenn beispielsweise eine Depression den nördlichen Teil der „Russischen Platte" betrete, einer Formation, welche sich vom Rigaschen Meerbusen bis nach Galizien erstreckt, so mache sich das in ganz Deutschland bemerkbar. Bei dem plötzlichen Eintritt einer solchen Wetterlage seien die Maxima der Bewegung in ganz Europa gleichzeitig aufgetreten und zwar

in Hamburg	mit	41 mm	Amplitude,	
Straßburg	„	33 „	„	,
Kremsmünster	„	15 „	„	,
Triest	„	11 „	„	,
Lemberg	„	10 „	„	.

Ich habe die Stationen nach ihrer Entfernung vom Brandungsherd — der westlichen Küste Norwegens — geordnet und verweise auf die deutliche Abnahme der Amplitude.

Die Hypothese Laskas vermag nur das Auftreten einer ganz bestimmten Schwingungsperiode zu erklären, oder doch nur einer kleinen Anzahl. Übergänge dürften nicht vorkommen. Außerdem ist es nicht zu verstehen, wie der Vorübergang einer Depression, welcher viele Stunden dauert, Perioden von 4 bis 10 Sekunden auslösen soll. Zuletzt läßt sich auch hier der Einwand erheben, daß ja dann auf kleinen Inseln, wo die Wirkung von Luftdruckdifferenzen durch

1) G. H. Darwin, On variation on the Vertikal etc. Phil. Mag. 1882. Ser. 5, Vol. 14, 409 ff
2) W. Laska, Über Pendelunruhe. Verh. d. 1. Intern. Seism.-Konf. 1901.

Digitized by Google

die größere Beweglichkeit des Wassers leicht wieder ausgeglichen wird, nur schwache „mikroseismische Unruhe" entstehen könnte.

Untersuchungen, welche sich bis in Einzelheiten erstrecken, liegen von J. Milne[1]) vor. Leider lassen die Registrierungen wegen der bekannten Konstruktion des Milneschen Seismographen keinerlei quantitative Schlüsse zu. Ferner weist Milne selbst daranf hin, daß durch Temperatur und Feuchtigkeitsänderungen leicht Luftströmungen innerhalb des Apparatenkastens entstehen, welche das leichte Pendel in Bewegung setzen. So soll der Prozeß des Frierens und Auftanens des Bodens sowie Regenschauer „earthcurrents" hervorrufen.

Im übrigen sieht Milne die Ursache in schnellen, wenn auch kleinen Änderungen des Luftdrucks über einem Gebiete, in welchem die verschiedenen Teile Unterschiede der Elastizität und der Zusammensetzung aufweisen.

P. J. Algué[2]) beobachtet die Erdbodenbewegungen noch mit einem Tromometer nach de Rossi. Er findet die größten Ausschläge, wenn ein Orkan über die Berge kommt, welche Manila im Osten vorgelagert sind. Bei Sturmprognosen pflege man auf die Angaben des Tromometers zu achten.

Es ist noch eine sehr wichtige Untersuchung über den Verlauf der Erscheinung in Japan zu erwähnen, welche auch mit einem vollwertigen Apparate ausgeführt wurde: F. Omori[3]) findet ebenfalls ein Maximum im Winter und eine sehr nahe Beziehung zu Stürmen. Die Störungen treten stets nur für einige Tage auf und haben keine tägliche Periode. Während einiger Stunden ist die Periode der Bodenschwankung konstant. Sie liegt zwischen 3.4 und 8.0 Sekunden und zeigt keine Abhängigkeit von der Amplitude. Die Richtung der Erdbewegungen ändert sich fortwährend. In nahe bei einander gelegenen Stationen ist die Stärke die gleiche ohne Rücksicht auf die geologischen Verschiedenheiten des Untergrundes. Omori hält die Schwankungen für Eigenbewegungen der Erdschollen in der ihnen eigenen Schwingungsperiode, ebenso wie er anch die von ihm in den Vorläufern der Erdbeben gefundenen mittleren Perioden von 8.86 Seknuden für Eigenperioden der obersten Erdschicht ansieht. Auch die Periode der Meereswellen sei dieselbe. Daß die Erde in Ruhe sei, könne man überhaupt nicht annehmen, es würden stets Schwankungen vorhanden sein, deren Periode von den geotektonischen Verhältnissen des Untergrundes abhinge.

Die Registrierungen in Potsdam hat O. Hecker[4]) auf mikroseismische Bewegungen durchgesehen. Er unterscheidet

1) Bewegungen von ganz kurzer Periode, bis etwa 4 Sekunden, welche eine Abhängigkeit von der Tageszeit zeigen und von Hecker auf Erschütterungen zurückgeführt werden.

---

1) J. Milne, Seismologie. Kap. 16. London 1898.

2) P. J. Algué, Cyclones of the far east. Manila 1903.

3) F. Omori, Res. of the Hor. Pend. Obs. of earthqu. Public. of the earthqu. invest. Comm. No. 5. Tokyo 1901. Ders., On seismic Instr. Verh. d. 1. Intern. Seism.-Konf. Beitr. z. Geoph. 1902. Ergänzungsband.

4) O. Hecker, Seismische Beobachtungen in Potsdam im Jahre 1905. Berlin 1906.

Digitized by Google

2) Bewegungen mit einer Periode von etwa 7 Sekunden, welche eine ganz geringe Abhängigkeit von örtlicher Windstärke, Seegang an der Küste, am meisten noch von den in Europa herrschenden Luftdruckdifferenzen zeigen.

3) Bewegungen mit einer Periode von etwa 30 Sekunden, welche eine überraschende Abhängigkeit von der örtlichen Windstärke zeigen, sodaß Hecker sie als eine Folge der Reibung des bewegten Luftmeeres an der Erdoberfläche betrachtet.

4) Bewegungen mit einer Periode von einer oder mehreren Minuten, welche jedoch nur selten auftraten und deshalb nicht diskutiert wurden.

Diesen Ansichten steht die von E. Wiechert[1]) in dieser Form zuerst ausgesprochene Hypothese gegenüber, daß die Erscheinung auf die Brandung des Meeres an Küsten zurückzuführen sei. Das Auftreten starker mikroseismischer Unruhe sei oft gleichzeitig mit dem Erscheinen tiefer Depressionen an der europäischen Küste beobachtet worden. Auf Wiecherts Veranlassung an der skandinavischen Küste vorübergehend angestellte Wellenzählungen gestatten jedoch noch nicht sichere Schlüsse zu ziehen. In letzter Zeit hat Wiechert seine Ansichten dahin erweitert, daß er zwar den Meereswellen die Anregung zuschreibt, von den Bewegungen selbst aber annimmt, daß auch Eigenschwingungen der Erdkruste mitwirken könnten.

Schon früher hatte M. d'Abbadie — wie Milne schreibt — einmal die Ansicht geäußert, daß die Wellen die Erreger seien. Jedoch wendet Milne dagegen ein, daß die in einer Entfernung von 53 und 33 Meilen von Tokyo beobachtete Stärke des Seegangs keine direkten Beziehungen zu dortigen Beobachtungen gezeigt habe. Ferner seien die Wirkungen, über welche d'Abbadie schreibt, denen des Windes gleich, welche von richtig aufgestellten Apparaten nicht aufgezeichnet würden.

Im obigen ist der bisherige Stand der Frage nach der Herkunft der „Mikroseismischen Bewegung" dargestellt worden. Ihre Klärung ist von einer gewissen Wichtigkeit für unsere Kenntnis vom Zustande der Erde, besonders weil verschiedentlich nahe Beziehungen zu Erdbeben vermutet sind. Ebenso wie man annimmt, daß starke Erdbeben den Anlaß zur Auslösung von Relais-Beben geben, kann dasselbe auch für die mikroseismischen Bewegungen gelten. So will A. Belar[2]) oft bemerkt haben, daß die Unruhe fühlbaren Beben oft stundenlang vorausgeht. Derselbe Seismologe hat auch Beziehungen zu Schlagwettern vermutet.

Aus diesen Gründen hat die Internationale Konferenz, welche im September 1907 im Haag stattfand, eine Kommission zum Studium dieser Frage eingesetzt, wobei besonderer Wert auf Beobachtungen auf Inseln gelegt wurde.

---

1) E. Wiechert, Verh. d. 2. Intern. Seism.-Konf. 1903. Ders. u. K. Zoeppritz, Über Erdbebenwellen. Gött. Nachr. 1907.

2) A. Belar: Über Bodenunruhe. Neueste Erdbebennachrichten 1906/07.

Digitized by Google

Da nun in der Tat die Beobachtungen am Samoa-Observatorium, weil sie unter Verhältnissen gewonnen wurden, welche von den europäischen und japanischen stark abweichen, besonders zur Klärung der Frage beitragen, hatte ich schon vor Zusammentreten der Konferenz die Absicht, meine Resultate ausführlich zu veröffentlichen.

Die Brandung der Meereswellen als Ursache der Bodenunruhe.

In einem Punkte stimmen die Ansichten aller, die der Frage der Bodenunruhe nahegetreten sind, überein, daß nämlich die Existenz von Barometergradienten oder die Änderung dieser Gradienten für das Zustandekommen notwendige, nicht aber hinreichende Bedingung sind. Stellen wir die Frage, welche Folgen nun ein vorhandener Luftdruckgradient haben muß, so ist die erste Antwort: Die Entstehung von Wind. Und die hauptsächlichste Folge des Windes sind die Meereswellen. Um zu untersuchen, in welchem Maße diese zur Erklärung herbeigezogen werden können, soll kurz berichtet werden, was man bisher über die Meereswellen weiß. Ich schließe mich darin den Arbeiten von O. Krümmel[1]), C. Börgen[2]), G. Schott[3]) und A. Paris[4]) an.

Die Beobachtungen haben gezeigt, daß die Meereswellen in einiger Annäherung die Form einer Trochoide haben. Die Theorie ist nur für sehr flache Wellen durchgeführt. Sie gibt Gesetze, welche die Wellenelemente nach Länge, Periode und Fortpflanzungsgeschwindigkeit mit einander verbinden, hingegen noch keine mit der Beobachtung übereinstimmenden Beziehungen der Windgeschwindigkeit zu den genannten Größen. Auch um die Abhängigkeit der Höhe von der Windstärke etc. zu erfahren, muß man auf die Beobachtung zurückgreifen.

Besonders wichtig für die vorliegenden Untersuchungen wäre es, die Abhängigkeit der Windgeschwindigkeit von der Wellenperiode zu kennen; oder, was dasselbe sagen will, die Abhängigkeit der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellen von der Windgeschwindigkeit. Die bisherigen Beobachtungen widersprechen sich in sofern, als Krümmel aus Beobachtungen von Paris das Verhältnis von Wind- und Wellengeschwindigkeit zu 0.8 und Schott zu 1.3 berechnet. Die Unsicherheit stammt wohl daher, daß stets bei Wellenbeobachtungen die Windstärke nach der Beaufortskala geschätzt worden ist. Es ist natürlich unmöglich anzunehmen, daß die Geschwindigkeit der Wellen größer sei als die

---

1) O. Krümmel: Ozeanographie II, Stuttgart, 1877. Ders.: Geophys. Beob. d. Plankton-Expedition, 1893.

2) C. Börgen: Über den Zusammenhang zwischen Wind und den Dimensionen der Meereswellen etc. Ann. d. Hydr., 18, 1890.

3) G. Schott: Wissenschaftliche Ergebnisse einer Forschungsreise zur See. Pet. Mitt., 1893. Ergänzungsheft.

4) A. Paris: Rev. Mar. et col. 31, 1871.

Digitized by Google

des Windes, wie es aus den Beobachtungen von Paris hervorzugehen scheint. Das Naheliegendste ist, daß die Wellengeschwindigkeit der Windgeschwindigkeit nachfolgt und solange wächst bis sie einen Grenzwert erreicht hat, welcher nur unwesentlich hinter der Windgeschwindigkeit zurückbleibt, sie aber höchstens bei böigem Winde etwas übertreffen könnte.

Am besten sind wir über die Wellenperioden orientiert, das für unsere Untersuchungen wichtigste Element. Sie sind am leichtesten zu messen. Nach übereinstimmenden Angaben betragen sie gewöhnlich zwischen 4 und 7 Sekunden, größere Perioden gehören den Stürmen an.

Die Trochoidentheorie für flache Wellen gibt folgende Beziehungen:

Periode	Länge	Geschwindigkeit der Wellen
4 Sek.	25 m	6.2 m. p. s.
6	56	9.4
8	100	12.5
10	156	15.6
12	225	18.7

Als Periode der typischen Passatwellen auf offenem Meere wird 4.8 Sek. bezeichnet ($l = 35$ m, $c = 7\frac{1}{2}$ m. p. s.). Bei stürmischem Wetter beträgt $l =$ 80 m, $c = 11$ m. p. s. und mehr.

Diese Wellenbewegungen, welche in engster Beziehung zur Windstärke stehen, pflanzen sich als „Dünung" über das Windgebiet, in dem sie entstanden sind, hinaus fort ohne ihre Dimensionen beträchtlich zu ändern. Es liegen Beobachtungen vor, daß die Dünung 3000 bis 4000 km vom Ursprungsorte noch vorhanden gewesen ist. Auf diesem Wege nehmen die Elemente, besonders wenn die Fortpflanzung gegen den Wind geschieht, wie die Theorie lehrt, allmählich ab. Die Periode ist nach einer Beobachtung von Schott von 9 auf 7 Sekunden herabgegangen innerhalb 1000 km Seeweg.

Obgleich die Wellengeschwindigkeit etwas kleiner als die Windgeschwindigkeit ist, wird die Dünung dem Sturme vorauf laufen, weil der Wind an das Sturmzentrum gebunden ist, das sich viel langsamer bewegt. Nach den hydrodynamischen Untersuchungen über Wellengruppen, als welche die Dünungswellen zu betrachten sind, ist deren Fortpflanzungsgeschwindigkeit halb so groß wie die der Einzelwelle, also bei Sturm immer noch 6 m. p. s., während ein Sturmzentrum sich mit einer Geschwindigkeit von etwa 3—4 m. p. s. (250—350 km pro Tag) zu bewegen pflegt.

Ihre Periode behält die Dünung auch bei, wenn ihre Wellen an Küsten kommen und branden. Nach der Theorie tritt auf flachen Küsten die Brandung ein, wenn die Wassertiefe gleich der Wellenhöhe ist. Wellenhöhe und die Geschwindigkeit der einzelnen Wasserteilchen wachsen dabei, sodaß die kinetische Energie der einzelnen Welle bei der Brandung bedeutend erhöht wird. Dasselbe tritt in noch größerem Maße bei Brandung an steilen Küsten auf.

Digitized by Google

Infolge des starken Einflusses der lokalen Küstenverhältnisse ist es nicht möglich die vorhandenen Kräfte exakt aus den Wellendimensionen zu berechnen. Messungen mit „Wellendynamometern" haben gezeigt, daß der Druck der Wellen innerhalb der Brandung doppelt so groß ist wie außerhalb, daß er ferner in den stürmischen Wintermonaten dreimal stärker als in den ruhigeren Sommermonaten ist. Als Maximaldruck der Wellen ist 30000 kg auf 1 qm Fläche gemessen worden.

Die Natur der Brandungsbewegungen.

Es ist nicht möglich diesen verworrenen Erdbodenschwankungen, welche durch den Wogenprall an einer ungleichmäßigen Küste entstehen, eine mathematisch exakte Form zu verleihen. Auch wenn man den mittleren Druck der Brandungswogen auf die Küste messen würde, könnte man daraus nicht die Wirkungen an einem entfernten Punkte berechnen.

Es soll jedoch im Folgenden ein Versuch gemacht werden, unter besonderen Annahmen die Größenordnung der Bodenschwankungen an der Küste selbst zu schätzen:

G. H. Darwin hat in seiner schon genannten Abhandlung[1]) den Fall behandelt, daß ein periodischer Druck in einer Linie auf eine elastische Oberfläche ausgeübt wird. Er berechnet die vertikalen Bewegungen eines Flächenelementes, wenn parallele und äquidistante Druckwellen von Sinusform über diese Fläche dahinziehen.

Diese Untersuchung kann auch, wie Darwin selbst zeigt, Anwendung auf den Fall finden, daß nur eine einzige solcher Druckwellen vorhanden ist, und giebt Näherungswerte auch dann, wenn die Druckänderung nicht genau nach dem Sinus erfolgt.

Will man diese Überlegungen, welche ursprünglich für statische Vorgänge gemacht sind, anwenden für den Fall einer durch periodischen Druck in Schwingungen versetzten elastischen Fläche, so mag das gewiß Bedenken erregen. Es ist aber doch anzunehmen, daß die entstehenden Schwingungen die Größenordnung der Bewegungen haben werden, welche durch statische Belastung mit dem entsprechenden Druck hervorgerufen werden.

Unter dieser ausdrücklichen Anerkennung der Ungenauigkeit sollen die Brandungsvorgänge als durch periodische Druckwellen von Sinusform verursacht aufgefaßt werden.

Zwar hat der Druck an der Brandungslinie keinen sinusförmigen Verlauf, doch könnte man ihn als durch wenige übereinander gelagerte Sinuswellen erzeugt auffassen. Das Wasser der brandenden Welle stürzt ja nicht in unendlich kurzer Zeit herab, sondern der ganze Prozeß erstreckt sich immerhin auf 1 bis 2 Sekunden, also einen beträchtlichen Teil der ganzen Wellenperiode. In der Elastizitätslehre wird ferner der Satz abgeleitet, daß eine plötzliche Belastung einer

1) G. H. Darwin: a. a. O. S. 409.

elastischen Unterlage höchstens die doppelte Belastnng haben kann, als eine allmähliche von gleicher Größe.

Die Druckwellen werden von Darwin der Anschaulichkeit halber als parallele Höhenzüge aufgefaßt, deren größte Erhebnng über die Mittellinie des Gebirges h, deren Dichte w ist. Ist die Axe z = horizontal, x = vertikal, so ist die Gleichung der Höhenzüge

$$x = -h \cos \frac{z}{b},$$

wo der Abstand zweier Bergspitzen — die Wellenlänge — $= 2\pi b$ ist.

Es wird gezeigt, daß, wenn ϱ den Modulus der Steifigkeit bedeutet, die vertikale Veränderung an der Oberfläche ist

$$\alpha = \frac{g w h}{2\varrho} b \cdot \cos \frac{z}{b} \text{ und}$$

$$\alpha_{max} = \pm \frac{g w h b}{2\varrho}.$$

Um also zu untersuchen, ob die Größenordnung beranskommt, wende ich diese Formeln auf die brandenden Wellen an, welche anf einen flachen Strand auflaufen. Sie erzeugen ähnlich den von Darwin betrachteten Druckwellen an der Brandnngsstelle einen periodischen Druck, welcher in der Formel für α_{max} durch wh repräsentiert wird. Der Modulus der Steifigkeit des Gesteins ist im Mittel $\varrho = 10^{11}$.

Als Wellenlänge $2\pi b$ im Sinne der Darwinschen Ausführungen ist die Entfernung des Ortes, wo die Welle brandet, also das Maximum der Belastnng des Untergrnndes sich befindet, bis zu einem Punkte in einiger Entfernung anzusehen, bis wohin man die Änderung des Druckes angenähert als sinnsförmig annehmen kann. Ich setze $2\pi b = 50$ m, $b = 800$ cm). Dann braucht man für wh nur 6000 kg pro qm oder 600 g pro qcm anzusetzen, nm $\alpha_{max} = 0.005$ cm oder 50 μ zu bekommen, wenn 1000 μ = 1 mm ist. Das würde etwa den stärksten in Samoa gemessenen Bodenschwankungen infolge der Brandung entsprechen. Ja, für den erwähnten höchstgemessenen Wellendruck von 30000 kg pro qm würde sich an Ort nnd Stelle die fünffache Schwankung ergeben haben.

Solche Wellen schlagen nun bald hier, bald dort gegen die Küste. Die von ihnen erregten vertikalen Verschiebungen oder Schwingungen addieren sich an einem benachbarten Punkte, sodaß die schließliche Maximalschwingung ein Vielfaches der oben errechneten Amplitude sein kann, wie später gezeigt werden soll.

Es scheint mir also die Schlußfolgerung notwendig, daß die Brandung sehr wohl imstande ist, die beobachteten Schwankungen zu erklären.

Es soll der Versnch gemacht werden, einen Überblick über die Ansbreitung nnd den Einfluß der Absorbtion auf sie an der Hand einfacher Annahmen zu gewinnen. Für die vorliegenden Zwecke genügt es die Untersuchung auf eine ebene Oberfläche zu beziehen und auf Oberflächenwellen zu beschränken.

Digitized by Google

Wenn keine Absorbtion vorhanden wäre, würde die Energie der Oberflächenwellen, welche sich von einem Punkte aus ringförmig nach allen Seiten ausbreiten, linear mit der Entfernung abnehmen. Die Energie aber ist als dem Quadrate der Amplitnde proportional anzusehen.

Bezeichnet man die Amplitnde der Welle in der Entfernung r vom Ursprung mit h, in der (größern) Entfernung r' mit h' und betrachtet man gleichzeitig die Encrgieverminderung dnrch Absorbtion (a = Absorbtionskoeffizient), so ist

$$\text{I.} \qquad h'^2 = h^2 e^{-a(r'-r)} \cdot \frac{r}{r'}.$$

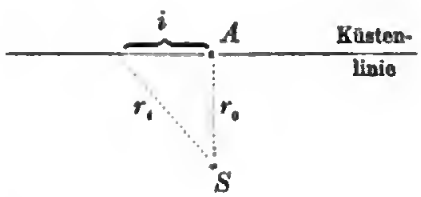
Im Folgenden soll der praktischen Erfahrung Rechnung getragen werden, daß man Seismographen einer Brandungsküste höchstens auf 1 km nähern darf. Es sollen also die Amplitnden in größern Entfernungen anf die in 1 km vom Brandungsherde entstehende Amplitnde bezogen werden. In Gleichung I. wird also $r = 1$ zu setzen sein.

Nun werden aber an einer langen Brandungsküste bisweilen Wellen genau gleichzeitig anschlagen nnd die für irgend eine Station resultierende Wellenenergie von allen einzelnen Wellen wird sich dort addieren. Die entstehende Maximalamplitude ist also durch folgenden Ausdruck gegeben:

$$\text{II.} \qquad H^2 = \sum h_i^2 = h^2 \sum^i \frac{e^{-a(r_i-1)}}{r_i}.$$

Um den Ansdrnck hinter dem Summenzeichen der Größenordnung nach kennen zn lernen, mache ich folgende einfachen Annahmen: 1) Die Wellen seien alle gleich stark d. h. sie erzeugen alle in 1 km Entfernung die Amplitude h; 2) die gleichzeitig zur Brandung gelangenden Wellen liegen alle um 1 km von einander entfernt.

Betrachtet man nun den Moment, wo der der Station S am nächsten gelegene Küstenpunkt A von einer Welle getroffen wird, so läßt sich r_i in Formel II. ausdrücken durch die Strecke $SA = r_0$ und die Entfernung (in km) jeder einzelnen Welle von dem Punkte A, längs der geradlinig gedachten Küste gemessen, i, als



$$r_i = \sqrt{r_0^2 + i^2},$$

wo i einmal den Wert 0, immer zweimal die Werte 1, 2, 3 u. s. w. annimmt, wenn wir annehmen, daß A im Mittelpunkte der Brandung liegt.

Dann ist

$$\text{III.} \qquad H^2 = h^2 \left[\frac{e^{-a(r_0-1)}}{r_0} + 2 \sum_1^{n/2} i \, \frac{e^{-a(\sqrt{r_0^2+i^2}-1)}}{\sqrt{r_0^2+i^2}} \right],$$

n ist die Länge der Brandungsküste in km.

Da es sich nur um Schätzungen handelt, kann die Eins hinter r weggelassen (nur an den Grenzen hat man sich ihrer zu erinnern), ferner kann das Summenzeichen durch das Integralzeichen ersetzt werden, sodaß sich ergiebt

IIIa. $$H = h\left[\frac{e^{-ar_0}}{r_0} + 2\int_1^{n/2} \frac{e^{-a\sqrt{r_0^2+i^2}}}{\sqrt{r_0^2+i^2}}\,di\right]^{\frac{1}{2}}.$$

Die Formel wird sehr einfach, wenn der sehr häufige Fall eintritt, daß die Entfernung der Station von der Küste groß ist gegen die Länge der Brandungsküste, also r_0 groß gegen i,

Dann ist nämlich

IIIb. $$H = h\frac{e^{-\frac{a}{2}r_0}}{\sqrt{r_0}}\sqrt{n},$$

Setzt man für die kleinste Küstenentfernung des Ortes r_0 eine mittlere Entfernung r, so giebt diese Formel schon beim Verhältnis $\frac{n}{r} = \frac{1}{3}$ recht gute Werte.

Ein weiterer spezieller Fall ist die Lage der Seismographenstation an der Küste selbst, d. h. in der Entfernung von $r = 1$ km, auf welche ja alle Berechnungen bezogen sind. Formel III nimmt dann die Form an

$$H' = h'\left[1 + 2\sum_1^{n/2} i\,\frac{e^{-a\sqrt{1+i^2}-1}}{\sqrt{1+i^2}}\right],$$

woraus sich, ebenfalls unter Vernachlässigung der Eins gegen i die folgende Näherungsformel ergiebt:

$$H = h\left[1 + 2\int_1^{n/2} \frac{e^{-ai}}{i}\,di\right]^{\frac{1}{2}}.$$

Das Integral stellt die Reihe dar

$$\int \frac{e^{-ai}}{i}\,di = \log i - ai + \frac{a^2 i^2}{4} - \frac{a^3 i^3}{18} + \cdots,$$

also nach Übergang zu den Grenzen

IIIc. $$H = h\left[-1 + 2\log n/2 - an + \frac{a^2 n^2}{8} - \frac{a^3 n^3}{72} + \cdots\right]^{\frac{1}{2}}.$$

Nach den Formeln IIIa, IIIb und IIIc ist folgende Tabelle I berechnet, welche bei gegebener Länge der Brandungsküste und gegebener Entfernung der Station

Digitized by Google

von ihr das Verhältnis $\frac{H}{h}$ giebt, das ist das Verhältnis der resultierenden Maximalamplitude an der Station H znr Amplitude, welche eine einzelne Welle in 1 km Entfernung von der Brandungsstelle hervorrnft. Für die Entfernung 1 km (Küste) ist Formel IIIc, für die Entfernnng 1000 km IIIa, die in größeren Entfernungen IIIb verwandt worden.

Die Berechnung ist für zwei verschiedene Absorbtionskoeffizienten a vorgenommen, welche den wirklich beobachteten einschließen.

I. Tabellen für $\frac{H}{h}$.

Absorbtionskoeffizient $a = 0.001$. $a = 0.0001$.

Länge der Brandungsküste				Kürzeste Entfernung der Station von der Küste	Länge der Brandungsküste			
100 km	200 km	400 km	1000 km		100 km	200 km	400 km	1000 km
2.60	2.84	3.04	3.24	1	2.62	2.87	3.09	3.36
0.19	0.27	0.38	0.57	1000	0.30	0.43	0.60	0.90
0.08	0.12	0.16	0.26	2000	0.20	0.29	0.40	0.64
0.04	0.06	0.08	0.13	3000	0.16	0.22	0.31	0.50
0.02	0.03	0.04	0.07	4000	0.13	0.18	0.26	0.41

II. Tabellen für $\frac{H}{h}$ in 0/00. (s. S. 14.)

$a = 0.001$. $a = 0.0001$.

Länge der Brandungsküste				Kürzeste Entfernung der Station von der Küste in km	Länge der Brandungsküste			
100 km	200 km	400 km	1000 km		100 km	200 km	400 km	1000 km
1000	1000	1000	1000	1	1000	1000	1000	1000
74	100	126	173	1000	115	149	194	264
32	41	53	80	2000	77	100	131	190
16	20	27	40	3000	60	77	102	148
8	11	14	21	4000	49	64	84	122

Eine genauere Betrachtung der vorstehenden beiden Tabellen gestattet nun einige interessante Schlüsse:

Digitized by Google

Wenn man annehmen kann, daß die Brandung hauptsächlich Oberflächenwellen hervorruft, deren Energie linear mit der Entfernung abnimmt; wenn man ferner annehmen kann, daß die zu gleicher Zeit (etwa innerhalb derselben Sekunde) zum Branden kommenden Wellen 1 km von einander entfernt und im Verhältnis zu dieser gegenseitigen Entfernung so geringe Erstreckung haben, daß man sie als in einem Punkte aufschlagend annehmen kann (etwa 100 m), dann bringen sie in ihrer Gesammtheit etwa die dreifache Amplitude im Mittelpunkt einer langen Brandungsküste hervor, als eine einzige Welle in 1 km Entfernung zur Folge haben würde.

Kommen in jedem Kilometer Küstenlänge n Wellen gleichzeitig zum Branden, so ist die resultierende Amplitude die $3\sqrt{n}$-fache einer einzelnen.

Wenn nun auch diese Untersuchung noch manches Hypothetische haben mußte, so liefert die 2. Tabelle schon strengere Werte. Ist einmal eine Brandung vorhanden, welche an verschieden von der Küste entfernten Stationen beobachtet wird, so müssen die Amplituden die aus der Tabelle zu entnehmenden Verhältnisse haben, je nach der Größe des Absorbtionskoeffizienten.

Letzteren kann man also auf Grund einer Reihe von Beobachtungen ermitteln.

Es soll — mangels geeigneten Beobachtungsmateriales mehrerer Stationen — vorläufig der Versuch gemacht werden den Absorbtionskoeffizienten zu schätzen:

Apia liegt etwa in der Mitte einer 200 km langen Küstenlinie. Die größte registrierte Brandung in 1 km Entfernung von der Küste hatte ca. 50 μ (0 050 mm) Amplitude — von Umkehrpunkt zu Umkehrpunkt gemessen —. Stürme an der Ostküste von Australien, welche auf einer Länge von etwa 600 km Brandung hervorriefen, wurden im etwa 4000 km entfernten Samoa kaum noch gespürt. Die Brandungsbewegungen müssen dort schon auf etwa 2 μ abgeschwächt sein. Aus Tabelle I ergiebt sich, daß — gleiche Brandung vorausgesetzt — die Amplitude in Australien $\frac{3.1}{2.85}\,50 = 55\,\mu$ betragen hat. Diese war in 4000 km auf etwa 36 ‰ herabgegangen. Für $a = 0.001$ hätte sie etwa 20, für $a = 0.0001$ etwa 100 ‰ betragen müssen. a scheint also für Oberflächenwellen von etwa 8 Sekunden Periode näher an 0.001 zu liegen. Ähnliche Resultate geben andere Schätzungen.

Für Wellen von 20 Sekunden Periode fand G. Angenheister 0.0003 [1]).

Es würde sich lohnen aus den Beobachtungen einiger europäischer Stationen, welche jedoch am besten mit Seismographen gleicher Konstruktion zu gewinnen sind, genauere Feststellungen zu machen. Zu dem Zweck stellt man einfach die obige Tabelle II für die Entfernungen der Stationen von einigen Steilküsten, Irland oder Normandie, auf und betrachtet die Quotienten gleichzeitiger Maximalamplituden.

---

1) G. Angenheister: Bestimmung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit und Absorbtion von Erdbebenwellen. Göttinger Nachrichten, 1906, Heft 1.

Sind diese Stationen über 1500 km von der Brandungsküste entfernt, so fällt beim Quotienten sogar die Unsicherheit der Verteilung der Energie auf die Länge der Brandungsküste ziemlich heraus.

Die Formel IIIb giebt, wenn H_1 und r_1 für die küstennähere, H_2 und r_2 für die küstenfernere Station gelten, folgende Gleichung für a:

IV. $$a = \frac{2}{\text{Mod}} \frac{\log\left(\frac{H_1}{H_2} \cdot \sqrt{\frac{r_1}{r_2}}\right)}{r_2 - r_1}.$$

Beschafft man zuverlässige Beobachtungen von mehr als 2 Stationen, so kann man leicht die Hypothese prüfen, ob die Brandungsbewegungen des Bodens Oberflächenwellen sind, und in wiefern lokale Eigentümlichkeiten (Eigenschwingungen etc.) im Spiele sind.

Bei obigen Rechnungen ist die Annahme gemacht, daß die Stationen senkrecht über der Mitte der Brandungsküste liegen. Bei geringerer Entfernung von der Küste erfahren die Formeln eine geringe Abweichung, wenn dies nicht genau der Fall ist.

Besondere Wichtigkeit besitzt der Fall, daß die Stationen etwa in der Verlängerung der Brandungsküste, aber schon außerhalb der Brandung liegen, wie es für westeuropäische Stationen zutrifft, wenn sich eine Depression über der Norwegischen Küste befindet.

Es gilt dann folgende Formel:

V. $$H = h\left[\int_0^n \frac{e^{-a(r_0+i)}}{r_0+i}\,di\right]^2,$$

wenn r_0 wieder die Entfernung der Station vom nächstliegenden Ende der Brandungsküste und n die Länge der letztern bezeichnet. Durch Reihenentwicklung gelangt man sehr leicht zu einer brauchbaren Lösung des Integrals. Für größere Entfernungen, r_0 groß gegen n, geht Formel V in Formel IIIb über.

Die ganze Breite der Brandungsküste, an welche die Wassermassen in periodischem Anschlage in dieser Weise ihre Energie abgeben, bildet den Herd, von dem aus sich die Bewegungen dem Erdboden mitteilen. Die weitere Fortpflanzung unterscheidet sich in nichts von den seismischen Erscheinungen. Auch da werden durch plötzliche Lagenänderungen erregte Schwingungen einer Erdscholle weithin übertragen.

Da die durch Brandung erregten Bodenschwankungen an der Küste zu schwach sind, um nach ihrem Durchgang durch einen wesentlichen Teil des Erdinneren noch registriert zu werden, so hat man es praktisch nur mit einem

Digitized by Google

Teile der erteilten Energie, den Oberflächenwellen zu tun. Lord Rayleigh hat gezeigt, daß die von einem Erregungszentrum ausgehenden longitudinalen und transversalen Wellen an der Erdoberfläche eine neue Wellenbewegung hervorrufen, deren Geschwindigkeit allein abhängig ist von den elastischen Konstanten, nämlich $0.96\sqrt{\frac{\mu}{\varrho}}$, wo μ der Modul der Steifigkeit, ϱ die Dichte der obersten Erdschichten ist. Diese Oberflächenwellen spielen in den Hauptwellen der Erdbeben die größte Rolle. Dabei ist ihre Geschwindigkeit im Mittel als 3.3 km p. Sek. gefunden worden. Auch an den Brandungsbewegungen haben sie, wie wir annehmen dürfen, den wichtigsten Anteil. Ihre Periode ist durch die der Brandung vorgeschrieben.

Es kann keine Schwierigkeiten machen, sich vorzustellen, daß die Summierung aller Wellen, welche von einer langen Küste ausgehen, sofern sie nur die gleiche Periode haben, in einer Entfernung wieder eine Wellenbewegung von derselben Periode geben muß. Denselben Fall haben wir bei den Erdbeben, welche längs einer großen Bruchspalte erfolgen. Sofort klar wird es, wenn man sich an das Analogon aus der Akustik erinnert: Wenn eine große Anzahl von Instrumenten den gleichen Ton angiebt, werden auch verschiedene Phasen gleichzeitig am Ohre eines Beobachters eintreffen, dennoch schwingt die Luft stets nur in der dem Tone eigenen Periode. So müssen auch die einzelnen Brandungswellen, welche an einer Station fern der Küste registriert werden, stets die richtige Periode aufweisen. Die ganze Erscheinung wird hingegen um so turbulenter sein, je näher die Station der Küste liegt und je weniger also die innere Reibung der Erdmassen die verschiedenen Effekte der zahlreichen Wellenherde zu einer regelmäßigen Wellenbewegung ausgleicht. Das zeigen die Registrierungen in Samoa im vollsten Masse.

Dadurch, daß von verschiedenen Richtungen seismische Brandungswellen an einer Station eintreffen können, mag es wohl zu erklären sein, daß man fast niemals eine bestimmte Schwingungsrichtung beobachtet hat. Jedoch sind in den Registrierungen des Samoa-Observatoriums einige Fälle vorgekommen, wo von einem Sturmzentrum, das sich genau westlich Samoa befand, Wellen ausgingen, welche in der E-W-Komponente registriert sind, während diese Wellen in der N-S-Kompenente fast vollständig fehlen (16.—19. März 1906).

Andere durch Meereswellen erzeugte Bodenschwankungen.

Die Brandungsbewegungen sind jedoch nicht die einzigen, durch Meereswellen erzeugte Bodenschwankung. Unter recht eigentümlichen Umständen, welche an dem Charakter der Erscheinung gar keinen Zweifel lassen, zeigen sich in Apia zu ganz bestimmten Zeiten Wellen von 1 bis 3 Minuten Periode und bis zu 0.05 Bogensekunden Neigung. (S. Figur 1, die beiden letzten Reihen.) Sie erscheinen nur an den Tagen um Vollmond oder Neumond, bei Sonnenauf-

Digitized by Google

und Untergang und halten 4 bis 5 Stunden an. Mit einer Ausnahme sind sie nur in der Nord-Süd-Komponente beobachtet worden.

Die rätselhafte Verbindung dieser „langen Wellen" — wie ich sie kurz benannte — mit Mond und Sonne ist jedoch nur sekundär. An Vollmond- und Neumondtagen ist in Apia bei Sonnenauf- und Untergang Hochwasser und zwar Springflut. Dann ist die seichte Lagune zwischen Küste und Riff fast 2 Meter hoch mit Wasser bedeckt, während sie bei Ebbe stellenweise trocken ist. Bei diesem hohen Wasserstande erreichen langperiodische Wellen, welche stets vom Registrierpegel des Observatoriums aufgezeichnet werden, eine ganz besondere Höhe.

Über die Natur dieser Wellen, welche an den Pegeln in vielen Häfen beobachtet werden, liegen zwei Erklärungen vor. Am nächsten liegt es an Seiches zu denken. Diese stehenden Wellen haben eine Periode

$$t = \frac{l}{\sqrt{gh}},$$

wo t die Periode, l die Länge und h die Wassertiefe ist. Die Wellenlänge ergibt sich aus folgender Tabelle:

t in Sek.	$h = 1$ m	$h = 2$ m
60	190	270
120	380	530
180	560	800.

Da im Hafen von Apia zwischen dem Ufer und dem erhöhten äußern Rand des Riffes ein Becken gebildet wird, dessen Durchmesser zwischen 800 und 2000 m beträgt, so könnte man sich diese langen Wellen als stehender Wellen mit einem oder mehreren Knotenpunkten zur Not erklären. Eins jedoch widerspricht dem: Die Wellen werden vom Seismographen nur in der Nord-Süd-Richtung aufgezeichnet, während — wie sich aus dem Situationsplan (Tafel 3) ergibt — die beste Vorbedingung für das Zustandekommen von stehenden Wellen östlich und westlich des Observatoriums gegeben ist.

Aus den Registrierungen geht hervor, daß die „langen Wellen" nur von Nord, also direkt vom Meere herkommen. Ihr Zusammenhang mit den Meereswellen außerhalb des Riffes wird auch dadurch wahrscheinlich gemacht, daß mit jeder Zunahme der Brandungsbewegungen auch größere „lange Wellen" beobachtet worden sind. So scheint mir also die folgende von C. Börgen[1]) gegebene Erklärung der „langen Wellen" mehr zutreffend zu sein. Börgen geht von der Tatsache aus, daß oft Wellensysteme von nahezu gleichen Dimensionen gleichzeitig auftreten. In tiefem Wasser werden sich die Wellen superponieren, d. h. die Wellenhöhen werden periodisch größer und kleiner, ohne daß die mittlere Oberfläche des Wassers eine Veränderung erleidet. Kommen diese Wellen-

1) C. Börgen, Ann. d. Hydr. 18, 1890, S. 1 ff.

Digitized by Google

systeme aber auf seichte Küsten, so hört die Gültigkeit des Gesetzes der Superposition auf und es müssen im Ausdruck für die resultierende Welle auch die Größen höherer Ordnung berücksichtigt werden. Bei Durchrechnung des Problems findet Börgen eine Welle von den Dimensionen

$$T = \frac{tt'}{t'-t}, \quad L = \frac{ll'}{l'-l}$$

wobei der Charakter als fortschreitende Welle gewahrt bleibt. Für $t' = 4.2$ und $t = 4.0$ wird $T = 84$ Sek. und $L = 275$ m. Nach der schon benutzten Methode von G. H. Darwin (s. S. 9) kann man die durch Vorübergang solcher Wellen über eine elastische Unterlage bewirkten Neigungen berechnen. Für das Maximum der Neigung findet Darwin die Beziehung

$$i_{max} = \frac{whg}{2\varrho} \cdot \operatorname{cosec} 1'',$$

wo ϱ der Modulus der Steifigkeit der Unterlage, w die Dichte des den Druck ausübenden Mediums (für Wasser = 1), h die halbe Höhe der Welle ist. Das Maximum der Neigung entnehme ich dem Seismographen als 0.06 Bogensekunde, als größte Wellenhöhe gibt der Pegel 8 cm an. Danach ergibt sich der Modulus der Steifigkeit für das Korallenriff zu 1.4×10^{10}, was recht gut stimmen kann, da z. B. für Sandstein = 0.4 bis 2.6×10^{10} gefunden ist[1]).

In der seismischen Literatur werden oft Wellen von mehreren Minuten Periode erwähnt. Sie sind oft instrumentellen Ursachen zuzuschreiben. O. Hecker hat aber für Potsdam wahrscheinlich gemacht, daß sie von der Reibung des Windes an der Erdoberfläche (Wald?) herrühren. Hingegen scheinen die in Honolulu gefundenen „langen Wellen" mit der darauf folgenden Unruhe ähnlicher Natur mit denen in Samoa zu sein. Letztere, von Reid mit aircurrents bezeichnet, würde dann dadurch zu erklären sein, daß der höhere Wasserstand in der Nähe der Station auch höhere Wellen zur Folge hätte.

Die Wirkung von Ebbe und Flut.

Noch eine dritte Wirkung der Meereswellen auf der Erde wäre zu erwähnen: die Wirkung von Ebbe und Flut. Bei regelmäßigen Küstenbildungen ist es möglich den Einfluß rechnerisch zu behandeln. In Samoa ist das wegen der ungleichmäßigen Gestalt der Küste, der exponierten Aufstellung des Seismographen und der Gezeitenströmungen innerhalb des Riffes unmöglich. Die Beobachtungen in Samoa zeigten, daß bei geringem und ruhigem Wechsel der Gezeiten der Effekt auf den Seismographen nur gering ist, etwa 0.1 Bogensekunde; und zwar treten die größten Neigungen nicht im Hoch- und Niedrigwasser, sondern zu der Zeit der größten Änderung des Wasserstandes ein. Beim höchsten und

1) Hakusabe: The modulus of rigidity etc. Publ. of the Earthqu. invest. Comm. 1904.

Digitized by Google

niedrigsten Wasserstande wirkt das Wasser von allen Seiten gleichmäßig, weil die Halbinsel nur eine geringe Breite hat. Infolgedessen kann wohl eine Senkung des ganzen Gebietes, aber nicht eine Neigung zustande kommen. Wenn aber die Flutströmung einsetzt, übt das von einem nordöstlichen Rifeinlasse hereinströmende Wasser einen einseitigen Druck aus, während bei wieder auf demselben Wege hinausströmendem Wasser die noch viel Wasser enthaltende Halbinsel ihrerseits einen größern Druck ausübt und eine Neigung bewirkt.

Die Folge davon ist, daß sich bei steigendem Wasserstande eine Neigung des Bodens nach Nordost, bei fallendem eine Neigung nach Südost am Seismographen bemerkbar machen muß. Das tritt dadurch in Erscheinung, daß die Kurven der Registrierung einen andern Abstand von einer Basislinie oder von einander haben, als dem Schraubengange der Axe der Registrierwalze entspricht.

Bei ganz besonders stark ausgebildetem Flutwechsel war einmal die Gezeitenströmung so stark, daß die Kurven durch einander liefen. Die maximalen Neigungen betrugen dabei mehr als *eine* Bogensekunde.

Die Registrierungen der Brandungsbewegungen in Apia.

Die folgenden Tabellen sind — was den seismischen Teil anbetrifft — Auswertungen der Registrierungen eines *Wiechert*schen 1000-kg-Pendels während der Jahre 1905 und 1906 am Samoa-Observatorium in Apia. Das Observatorium liegt auf der äußersten Spitze einer schmalen Halbinsel, welche etwas über 1 km weit in die vom Korallenriff gebildete Lagune vorspringt (s. Tafel 3). Der Seismograph steht auf einem Pfeiler, welcher durch den Sand hindurchgeht und auf dem Korallenriff fußt, dessen oberer Rand aber nur 1½ m über das Mittelwasser sich erhebt. Die doppelwandige Holzhütte, welche den Apparat birgt, ist nicht tief fundiert sondern ruht oben auf dem feinen Sande. Sonnenstrahlung, Sturm und Regen hält ein luftiges Schutzhaus nach samoanischem Muster ab, dessen Dach eine dicke Schicht Zuckerrohr, dessen Wände aus Kokospalmenblättern geflochtene Jalousieen bilden. Innerhalb des Glaskastens, welcher das Instrument unmittelbar umgibt, ändert sich die Temperatur nur um wenige Zehntel Grad im Laufe des Tages. Luftströmungen und Wirbel im Kasten, welche oft die Seismographen mit geringer Pendelmasse stören, sind niemals bemerkt worden. Der Sandboden dämpfte die nicht ganz zu vermeidenden Erschütterungen recht gut, sodaß schwere Wagen, welche etwa 3 m am Pfeiler vorbeifuhren, außer feinen Erzitterungen nicht mehr als etwa ½ Bogensekunde Ausschlag hervorriefen.

Die Empfindlichkeit des Seismographen auf Neigung lag zwischen 12 und 20 mm pro Bogensekunde, die Vergrößerung zwischen 120 und 160, die Eigenperiode betrug zwischen 10 und 12 Sekunden, das Dämpfungsverhältnis zwischen 1 : 3 und 1 : 6, die Registriergeschwindigkeit zwischen 90 und 100 cm pro Stunde. — Die großen Änderungen der Konstanten rühren daher, daß einige Male einzelne Teile ausgewechselt worden sind.

Digitized by Google

Die Auswertung der Diagramme auf die Brandungsbewegungen hin erforderten große Sorgfalt und einige Übung, besonders die Ablesung der Perioden. Die Dauer der einzelnen Schwingungen ist nicht ganz konstant, sondern schwankt innerhalb einiger Zehntel Sekunden, wie ja auch alle Beobachter der Meereswellen dasselbe von den Wellenperioden betonen. Sodann bestehen oft mehrere nahezu gleiche Perioden neben einander, welche mit einander interferieren, wobei ihre Amplituden unabhängig von einander schwanken. Ich habe deshalb die Dauer einer Schwingung niemals genauer als auf ganze Sekunden angegeben und falls ich mich nicht zwischen zwei ganzen Sekunden entscheiden konnte, in den folgenden Tabellen die geschätzte mittlere (doppelte) Amplitude in die Mitte der für jede Sekunde eingerichtete Spalte geschrieben. In der Zusammenstellung auf S. 45 ist dieser Wert dann zweimal, also für jede der beiden Perioden in Anrechnung gebracht worden.

Zum Vergleiche sind die Tagesmittel des Luftdrucks, die Windgeschwindigkeit und die mittlere Windrichtung dazugeschrieben; im Jahre 1905 ist die maximale beobachtete Windstärke in Beanfortskala angegeben. Unter der Rubrik „Bemerkungen" sind Angaben über die meteorologischen Verhältnisse und den Seegang nach den Beobachtungen der in jenen Gegenden verkehrenden Schiffe hinzugefügt worden, wobei ich mich des größten Entgegenkommens der Kaiserlichen Direktion der Deutschen Seewarte erfreute, welche mir auch die Beobachtungen von Rarotonga zur Verfügung stellte.

Diese Angaben ermöglichen es, die Bahnen einiger Stürme so genau zu verfolgen, daß ich den Versuch machen konnte, ihre Wirkungen auf den Seismographen in Samoa zu untersuchen, wie ich später zeigen werde.

Digitized by Google

Mittlere Amplituden der Brandungsbewegungen im Januar 1905.

Datum	Bar.	Amplitude bei einer Periode von 1	2	3	4	5	6	7	8s	Maximale Windstärke u. -Richtung	Bemerkungen
1	756.5				2			5			
2	56.9				5		8				Sturm in Fiji!
3	56.4					5					
4	54.8				5	10					Nordöstlich von Sydney starke NW- und SW-Winde mit Seegang 3—5.
5	55.5					5			3		
6	55.5				5				8		Sturm in Fiji!
7	54.6				2			5			
8	54.2				2				5		
9	55.3				2				3		
10	55.8			2	5			6		3 SE	
11	55.0		2			8			8	4 SE	
12	54.1			2	5		5			2 N	
13	53.8			2	10		5			4 ENE	
14	54.8			2	8		5			2 N	
15	56.0				10		8			3 ESE	Sturmzentrum geht nördlich Rarotonga nach Osten.
16	56.7			2	10					böig	
17	56.3		2		8					5 SE	
18	55.8				8		8			Var.	
19	55.8				8		5			4 NNW	Zwischen Fiji und Samoa starke NE-Winde mit Seegang 3—7.
20	55.7			3		10				6 N	
21	54.8		2			5				böig	
22	55.0		2		4					4 N	
23	55.5				4					4 N	
24	56.2				3				0	2 N	In Samoa schwache Brandung am Riff.
25	56.5					4		0		4 SE	
26	56.2						7			4 SE	
27	55.8				2		10			3 E	
28	54.7			2			8			4 E	
29	54.1				3		15			5 E	Westlich der Gilbert- u. Ellice-Inseln stürmischer W-Wind mit Seegang 4.
30	54.5				3		10	12		3 ESE	
31	54.8				2		9			4 E	Südlich Tonga starker S-Wind mit Seegang 6.
Häufigkeit der Perioden			4	10	30	8	15	12	6		
Mittlere Amplitude			2.0	2.3	5.2	6.9	7.6	4.5	4.5 μ		

Die Registrierungen der Brandungsbewegungen sind bis zum 27. Januar sehr unzuverlässig, da die Dämpfung zu klein war.

Digitized by Google

1905. Februar.

Datum	Bar.	Amplitude bei einer Periode von 1	2	3	4	5	6	7	8ᵉ	Maximale Windstärke u. -Richtung	Bemerkungen
1	755.3						5			5 ENE	
2	55.7				1		6			4 ENE	
3	55.3				1			6		3 W	
4	54.1				1			6		2 Var.	
5	54.0				3			6		4 N	
6	55.1				2				5	3 Var.	
7	55.8			5			5			2 Var.	
8	55.9				4					4 Var.	
9	55.6				4					5 E	
10	55.0			1		6				3 S	
11	53.9			1		7				4 Var.	
12	53.8				1		7			3 N	
13	54.0				5	6				3 Var.	
14	54.2				3			7		3 Var.	
15	54.3				4	5				3 Var.	
16	55.0						7			4 Var.	
17	55.4						8			3 Var.	
18	55.6				2	6				5 E	Zwischen Samoa und Fiji starker NNE-Wind mit Seegang 4.
19	55.1			2	6					4 N	
20	55.4				4		4			4 E	
21	55.1						7			3 Var.	
22	54.6				1	7				4 NE	Zwischen Fiji und Australien frische SE-Winde mit Seegang 3—4. In Rarotonga starke SE-Winde Barometerminimum (751) am 24. und 25.
23	53.6			4	8					5 Var.	
24	52.6			2		8				7 NW	
25	53.0			1			8			3 Var.	
26	53.8		0	2	0	0	10			4 NW	
27	54.0				10					böig NW	
28	54.4				8					7 NW	
Häufigkeit der Perioden			1	9	19	13	14	5			
Mittlere Amplitude			0	2.1	3.6	6.2	6.6	6.0 μ			

1905. März.

Datum	Bar.	Amplitude bei einer Periode von 1	2	3	4	5	6	7	8°	Maximale Windstärke u. -Richtung	Bemerkungen
1	755.3				5	9	5			7 W	
2	55.1			5		11				5 W	Orkan in den Tokelau- u. Manihiki-Inseln. Grosse Unregelmäßigkeit der Brandungsbewegungen. Zeitweise sind längere Perioden erkennbar.
3	53.9				12		3			5 W	
4	52.0				12			3		4 SW	
5	53.0		1		11			6		4 SW	
6	52.7		1		10		7			5 SW	
7	51.2			1		15	10			3 Var.	
8	48.6		1			18	18			7 W	
9	49.6		2				18	15		6 W	
10	51.3		1	2		15	12			7 W	
11	53.0		1			10				6 NW	
12	55.0					10				5 N	
13	56.5					5	8		3	5 NW	
14	57.5				4	8			4	2 Var.	
15	57.8				7				9	3 Var.	
16	58.4		0		4			8		4 S	
17	58.1				5		6			5 N	
18	58.8			3			4			2 Var.	In Tonga, Fiji und Samoa war der Seegang nicht über 2.
19	59.6			2			6			2 Var.	
20	59.6				2		6			5 E	
21	59.4				2		6			5 E	
22	58.8				3		5			4 N	
23	58.7				3				9	5 NE	Orkan in Tahiti und den Paumotu-Inseln.
24	58.4				3				9	4 E	
25	58.4				2			9		5 E	
26	57.7				2			8		5 SE	
27	57.0				0				10	3 Var.	
28	56.7			0		6		10		3 Var.	
29	56.3					3	7			7 ENE	
30	56.6				6		6			5 E	
31	56.6				7					5 E	
Häufigkeit der Perioden			7	8	27	14	17	13	9		
Mittlere Amplitude			1.0	2.8	6.3	10.8	7.8	9.3	7.6 μ		

Digitized by Google

1905. April.

Datum	Bar.	Amplitude bei einer Periode von 1	2	3	4	5	6	7	8°	Maximale Windstärke u. -Richtung	Bemerkungen
1	756.7				5	5				3 E	
2	56.7		0		2		5			5 E	
3	57.2			1		3				4 E	
4	58.3				2					5 E	
5	58.3					3				4 E	Nördlich Neuseeland:
6	58.2					4				4 E	starker NE-Wind mit See-
7	57.4		1			3				4 E	gang 3 bis 4
8	57.4		1				5			3 Var.	
9	57.5			1			4			3 E	
10	56.9			3		3				4 E	
11	57.0				5					3 NE	
12	57.2				4			6		3 Var.	In Samoa: lange Dünung
13	57.1				4		6			7 E	aus ESE
14	58.0				4		7			6 E	
15	58.4			2					8	3 E	
16	57.8				2				8	4 E	
17	57.2				3				8	4 E	Furchtbarer Sturm in den
18	56.9				3			7		3 E	Karolinen und Mar-
19	57.6				3		4			5 E	schalls-Inseln (am 19/20.
20	58.0				4		0		*)	4 E	in Ponape).
21	57.7				4				*)	7 E	
22	57.5				4				*)	5 E	Westlich von Fiji: Stürmi-
23	58.2			4					4*)	6 E	scher E-Wind mit Seegang
24	59.0			3					4	5 E	4—7.
25	58.5				5			5		2 Var.	
26	57.4			2			4			2 Var.	
27	57.4			3			5			4 E	
28	58.3			5			6			5 E	
29	58.2			4			6			5 E	
30	57.7			3			6			4 E	
Häufigkeit der Perioden			4	16	26	8	12	8	5*)		
Mittlere Amplitude			1.2	3.0	3.4	3.8	4.8	6.9	6.4 μ		

*) In diesen Tagen sind zeitweise Wellen von 9 und 10 Periode erkennbar.

1905. Mai.

Datum	Bar.	Amplitude bei einer Periode von 1	2	3	4	5	6	7	8s	Maximale Windstärke u. -Richtung	Bemerkungen
1	757.3			5						4 E	
2	57.0				5	6				4 N	
3	57.2				5	6				2 Var.	
4	57.5			2		4				3 E	Zwischen Sydney u. Fiji NE-Sturm mit Seegang 9 bei hohem Barometerstande.
5	57.8			3		4				4 E	
6	58.2			1	7					3 Var.	
7	58.6		2		6					5 E	
8	58.4			5						4 E	
9	57.7				5					5 E	
10	58.0			10						4 SE	
11	57.9			1	4		6			6 SE	
12	58.2				6				10	5 E	Schiffsnachrichten nicht vorhanden!
13	58.0				4			12		4 E	
14	57.8			1	3		7			3 E	
15	57.4			4			0			3 Var.	
16	57.6			2	5					5 E	
17	58.6			3						4 E	
18	58.0				4					4 E	
19	57.4				3					3 E	
20	56.8				3					5 E	
21	57.6					2				5 E	
22	57.6		1		2					6 E	
23	57.0		1		2					6 E	
24	57.0		1		2					6 E	
25	57.4		1		2		5			6 E	
26	57.0		1		2		6			5 E	
27	56.7		1		2			7		5 E	
28	57.0		0		1		4			4 E	
29	57.4				4		6			3 E	
30	57.3				4		5			3 E	
31	57.7				3					3 E	
Häufigkeit der Perioden			8	17	30	5	9	3	1		
Mittlere Amplitude			1.0	2.5	3.8	4.4	5.1	10.0	10.0 μ		

Digitized by Google

1905. Juni.

Datum	Bar.	Amplitude bei einer Periode von 1	2	3	4	5	6	7	8ᵉ	Maximale Windstärke u. -Richtung	Bemerkungen
1	758.9				3					3 E	
2	59.7				3					3 E	
3	59.5				3					4 E	
4	60.0				3					3 E	
5	59.8				3	1	4			4 E	
6	59.5			2				4		4 E	
7	58.5			3				6		5 E	
8	57.4			3				6		5 E	
9	56.6			4				4		3 E	
10	56.0		1	3						3 E	
11	56.4		2	7						3 E	
12	56.4	1		9						4 NE	In Samoa: Abends orkanartige Böe aus Südost.
13	57.0	2	7				10			3 SE	
14	57.5		2		10					5 E	
15	57.7		2		6					5 E	
16	58.5				5	5				5 E	
17	58.7			1		5				4 E	
18	58.7		2	3						5 E	
19	59.4				4		4			5 E	
20	59.9				3			0		5 E	
21	59.2				3			5		5 E	
22	57.7				5					4 E	
23	57.3		2		6					3 E	
24	57.0		2		6					4 E	
25	57.1			4						6 E	
26	57.1		5	5		5				4 E	
27	57.0		5	5		5				2 Var.	
28	58.0			3			5			2 Var.	
29	59.1		3				5			4 E	
30	59.2			3			4			5 E	
Häufigkeit der Perioden			3	17	28	17	10	6			
Mittlere Amplitude			1.7	2.9	4.2	5.2	4.5	4.2			

Digitized by Google

1905. Juli.

Datum	Bar.	Amplitude bei einer Periode von 1	2	3	4	5	6	7	8ˢ	Maximale Windstärke u. -Richtung	Bemerkungen
1	758.6			3			3			5 E	Orkan in den Marschalls-Inseln.
2	58.1				4		4			2 Var.	
3	57.6				4		0			5 E	
4	57.2				4					3 Var.	
5	57.2				4			5		4 E	
6	57.6				4			5		3 E	
7	57.3				3					3 E	
8	56.7				3					3 NW	
9	57.6				3					3 NW	
10	59.1				5					2 NW	
11	59.0				7		7			4 SE	
12	57.1				3	8				6 E	
13	57.1				4		7			4 E	
14	57.3				3		4			3 E	
15	57.9				3		0			4 E	
16	57.2				3	4				3 E	
17	57.2				2		4			2 E	
18	57.9				3		4			5 E	
19	58.0			3	4		0			4 E	
20	59.0			4			5			4 E	
21	59.3			3			0			5 E	
22	59.9				6					6 E	
23	59.6			1	6					6 E	
24	59.0			1	4					6 E	
25	58.6			1	3					6 E	
26	57.2		1		2		5			6 E	
27	56.6		1		4		0			3 E	
28	56.7		1		3					6 E	
29	57.6		1		2					4 E	
30	58.6		1		1		1			4 E	
31	59.0			1	1		3			6 E	
Häufigkeit der Perioden			6	13	31	5	16	2			
Mittlere Amplitude			1.3	1.7	3.5	5.2	2.9	5.0 μ			

1905. August.

Datum	Bar.	Amplitude bei einer Periode von								Maximale Windstärke u. -Richtung	Bemerkungen
		1	2	3	4	5	6	7	8s		
1	759.7			1	3		5			5 E	Ausbruch eines neuen Vulkans in Savaii. (Entfernung von Apia 80 km.)
2	59.0				3		3			5 E	
3	58.6			2		0				4 NE	
4	58.5				2		6			4 Var.	
5	59.0				2	6				3 E	
6	59.3				5	7				3 E	
7	59.8				6					2 Var.	
8	60.0			3	4					2 Var.	
9	59.4			5			6			5 E	
10	58.5			2						5 E	
11	58.4			2						3 E	
12	59.2				2					4 E	
13	59.8			2		2				2 E	
14	60.1		0.5		5					6 E	
15	60.1		1		4	6				6 E	
16	59.2		2		6					6 E	
17	59.0			2	4					5 E	
18	58.4			2	4					3 E	
19	57.7			3	4					7 E	
20	57.1			2	4					3 NE	
21	56.8				4					5 E	
22	57.0		1		4					6 E	
23	56.5		1		5		0			6 E	
24	56.1			1		4				3 E	
25	56.4			1	3		4			2 Var.	
26	57.0			1	3		5			2 Var.	
27	57.9			1	3		5			4 E	
28	58.0			1	3		5			2	
29	58.3				3		0			4 E	
30	59.0				3		0			4 S	
31	59.7			1	2		2			4 E	
Häufigkeit der Perioden			5	21	31	13	13				
Mittlere Amplitude			1.1	1.7	3.5	4.1	3.5 μ				

Digitized by Google

1905. September.

Datum	Bar.	Amplitude bei einer Periode von 1	2	3	4	5	6	7	8_s	Maximale Windstärke n. -Richtung	Bemerkungen
1	760.0				1					6 E	
2	60.0				1		6			5 E	
3	59.3				2		6			4 E	
4	59.0				1		4			4 E	
5	59.0				1	2				3 Var.	
6	59.4				1	2				2 Var.	
7	59.8					2				5 E	Taifun in den Marianen.
8	59.6		1		2		0			4 E	
9	59.7		1		2		2			4 E	
10	60.2		1		2		2			5 E	
11	59.3		1		2		2			5 E	
12	58.7		1		1		3			3 E	
13	58.2		1		1			2		2 E	Starke Eruption des Vulkans
14	58.3				1		1			2	in Savaii.
15	57.9		1		1		1			5 NE	
16	57.5		2		1					3 E	
17	57.5		1		1					5 E	
18	58.3			1						4 E	
19	58.1			1						3 E	
20	58.0				1		2			3 E	
21	58.0				1	2				3 E	
22	58.2				1		1			5 E	
23	58.7				2					5 E	
24	59.8			2						4 E	
25	60.7				2		3			3 E	
26	60.7			2			0			4 E	
27	59.6			1						6 E	
28	58.8			2						5 E	
29	58.4			2						4 E	
30	58.4			2						3 E	
Häufigkeit der Perioden			9	17	29	5	19	1			
Mittlere Amplitude			1.1	1.4	1.4	2.0	2.3	2.0 μ			

1905. Oktober.

Datum	Bar.	Amplitude bei einer Periode von 1	2	3	4	5	6	7	8ᵉ	Maximale Windstärke u. -Richtung	Bemerkungen
1	758.3		1		1					3 E	
2	58.5			1	2		4			2 Var.	
3	58.5				2			6		2 Var.	
4	58.3				2		4			4 E	
5	58.1				1		6			3 Var.	
6	58.0				2	6				3 NE	
7	57.9				3	5				4 E	
8	58.2			1	4					3 Var.	
9	57.2			1	3		4			3 Var.	
10	57.7			1	3		3			5 E	
11	58.5			1	2			4		4 E	
12	58.1			1	2			3		4 E	
13	57.1				1			2		4 E	
14	57.5				2		5			2 Var.	
15	57.7				2			5		4 E	Außerordentlich starker Passat innerhalb der Inselgruppen Samoa, Tonga, Fiji.
16	58.1			1	2		4			6 E	
17	57.4			1	3		8			7 E	
18	56.8			1	4		7			4 E	
19	57.0			1	4		8			5 E	
20	57.6			2	5		7			7 E	
21	57.1			2	4		6			6 E	
22	56.0			1	3		5			5 E	
23	55.7				1		3			5 E	
24	56.9				3	4				4 E	
25	57.0				3	4				6 E	
26	55.8		1		3	0				6 E	
27	55.3		1		2	0				5 E	
28	56.0			1	1		2				
29	56.6			1		2				Starker Passat	
30	57.0			1	2						
31	56.2			1	2		0				
Häufigkeit der Perioden			3	20	31	8	19	5			
Mittlere Amplitude			1.0	1.1	2.4	3.1	4.7	4.0 μ			

1905. November.

Datum	Bar.	Amplitude bei einer Periode von 1	2	3	4	5	6	7	8s	Maximale Windstärke u. -Richtung	Bemerkungen
1	754.9			1	2					3 Var.	
2	54.8			1	2					4 E	
3	55.8				2					3 Var.	Südlich von Tonga: stürmischer Südwind mit Seegang 3 bis 5.
4	57.0				3					4 E	
5	57.4				3	4				5 E	
6	57.3				4	4				3 (6) E	In den Gilbert-Inseln: starker NW-Wind mit Seegang 4 bis 5.
7	55.9			2	5					3 E	
8	53.8			3	7					2 Var.	
9	54.6			3	8	8				5 S	In der Manihiki-Gruppe starke NW.-Winde mit Seegang 3 bis 4. Ein barometrisches Minimum am 12. (754).
10	56.6			3	12	12				3 Var.	
11	57.0				8	10				2 Var.	
12	57.0				7		10			3 E	
13	56.7				4		7			2 Var.	
14	56.8				3		6			3 E	
15	57.7			1	3		4			3 E	Südlich von Tonga; starke Nord- und Westwinde mit Seegang 5 und einem barometrischen Minimum am 17. (753).
16	58.2			1	2		5			3 Var.	
17	59.2			0	3		6			2 Var.	
18	59.9				3			7		4 E.	
19	59.5				1			8		5 E	In Samoa und den niedrigeren Breiten herrscht seit dem 13. schon wieder Passat.
20	58.6		1		2			6		5 E	
21	57.5		1		5		0			5 E	
22	57.4		0		5		0			5 E	
23	57.8			1	2					3 E	
24	58.4			1	2					5 E	
25	57.8		1	1				6		3 E	
26	56.3				1			5		Böen aus N	
27	56.5		1			2		4		3 E	
28	56.8			2				4		2 N	
29	56.6			2				3		2 Var.	
30	56.3			2		3				1 Var.	
Häufigkeit der Perioden			6	18	27	9	16	7			
Mittlere Amplitude			1.0	1.4	3.8	6.7	5.1	5,6 μ			

1905. Dezember.

Datum	Ba.	Amplitude bei einer Periode von 1	2	3	4	5	6	7	8ᵐ	Maximale Windstärke u. -Richtung	Bemerkungen
1	755.8		1		2		3			3 E	
2	56.0			1	2		0			2 NW	
3	56.7				1			5		0 Var.	
4	57.0				2			5		3 Var.	
5	57.2				5			8		3 E	
6	57.0				5			8		6 E	
7	57.2				5			8		3 E	
8	56.3				3			8		1 Var.	
9	56.6				3		6			1 Var.	
10	56.0				3		5			1 Var.	Hoher Luftdruck in Australien.
11	55.1				3			5		1 Var.	
12	54.0				2			6		5 E	
13	54.1				5			9		1 Var.	In Rarotonga Barom.-Minimum (755) mit SE 6.
14	54.0				5			7		5 E	Zwischen Sydney und Fiji: Starker NE-Wind mit Seegang 6.
15	55.2				3		7			6 E	
16	55.9				2		6			7 E	
17	56.6				6		6			6 E	
18	56.6		0		7		0			5 E	
19	56.5		0		6		0			4 N	
20	56.8				4			3		2 N	
21	57.3			1	3		5			1 Var.	Zwischen Fiji und Samoa: Frischer N-Wind mit Seegang 2.
22	57.9				3			4			
23	57.6				2			3			
24	56.6				2		3				
25	56.6				2		3				In Rarotonga: Barom.-Minimum (757½) mit N 3.
26	56.9				2			5			
27	57.3					3		6			Südlich von Tonga; Starker S-Wind mit Seegang 4 bis 6.
28	57.6					7				4 E	
29	57.5				2		7			5 E	
30	57.2				3		5			6 E	
31	57.1			2			5			6 E	
Häufigkeit der Perioden			3	10	29	4	23	17			
Mittlere Amplitude			0.3	1.7	3.3	5.2	5.0	5.6 μ			

Digitized by Google

Mittlere Amplituden der Brandungsbewegungen im Januar 1906.

Datum	Bar.	Amplitude bei einer Periode von 1	2	3	4	5	6	7	8s	Maximale Windstärke u. -Richtung	Bemerkungen
1	757.3				2		6			6 SE	
2	56.9				3		6			2 SE	
3	55.9				3		5			6 SE	
4	55.2				3		6			6 ESE	
5	53.7				4		5			3 E	
6	53.4				3		6			3 Var. (W)	Zwischen Samoa, Tonga und Fiji: Frische NE- u. SE-Winde mit Seegang 2—4.
7	53.9				3		7			5 ENE	
8	55.0				2		6			3 SE	
9	55.0				3		6			3 SE	
10	54.6				2	6				2 E	
11	53.6				2	6				1 E	
12	54.0				2	5				2 Var.	
13	54.6				2		5			4 Var. (N)	
14	55.2				2		6			2 Var.	dasselbe wie oben.
15	54.4			1	2		5			4 E	
16	54.8			2	4		5			2 SE	
17	55.5			1	4		6			1 ENE	Unbeständige NE- und SE-Winde mit entsprechenden Dünungen in den ganzen Inselgruppen.
18	55.4			1	3		4			1 ENE	
19	54.9				3		4			1 ENE	
20	55.2			1	2		3			1 ENE	
21	55.5				2			2		2 E	
22	55.4				2		4			2 ESE	
23	55.2				2		5			1 E	In Samoa und Tonga: Frische Südwinde mit Seegang 3 bis 4. In Rarotonga: Frischer Wind mit Barometer Min. am 27. (753) (Depression zieht südlich Rarotonga ostwärts)
24	54.2				4	6				3 Var. (NE)	
25	53.8				3	5				3 W	
26	54.0				4	5				3 Var.	
27	54.8				3		5			2.2 Var. [1]	
28	55.3				2		7			2.3 SW	
29	54.8			2			6	12		1.5 SW	Westlich Fiji und Samoa: schwache Winde, ruhige See.
30	53.9				3			14		2.2 Var.	In Rarotonga: Steigender Luftdruck, still.
31	53.6				5			12		1.8 W	
Häufigkeit der Perioden				6	31	9	27	8			
Mittlere Amplitude				1.3	2.8	4.4	5.4	9.0 μ			

1) Vom 27. Januar 1906 ab ist die mittlere Windstärke in Metern pro Sekunde angegeben.

Digitized by Google

1906. Februar.

Datum	Bar.	Amplitude bei einer Periode von 1	2	3	4	5	6	7	8ᵐ	Mittlere Windstärke u. -Richtung	Bemerkungen
1	751.9				5	10		10		4.0 W	Ein schwerer Orkan herrschte östlich Samoa. Er zog über die Manihiki und Tokelau-Gruppe hinweg und kam am 8. Febr. in Tahiti an. Barometer-Minimum in Rarotonga am 3. (754). Sturmzentrum zwischen Australien und Neuseeland.
2	52 5				12		10			2.4 SW	
3	52.7			1	12	12				2.7 SW	
4	54.0				8		6			3.1 SW	
5	54.3				8	6				2.8 S	
6	54.7				4	8	0			2.9 SW	
7	55.8				5		10		4	2.7 SW	
8	56.0				6		14		10	2.0 Var.	
9	57.0				5			12		1.5 Var.	
10	57.4				5			8		1.6 Var.	
11	56.6			1	4		6			3.3 E	
12	57.4			2	5			6		3.3 ESE	In Tonga u. Fiji: Wechselnde, böige nördl. u. südöstliche Winde mit Seegang 2—4.
13	57.9			1	3			8		3 7 ESE	
14	58.0		4		5			10		2.9 E	
15	57.4			2	4			10		3 5 E	
16	57.1				3		10			2.7 SE	
17	56.9			1	3		0			2.0 Var.	
18	56.4			2	5		5			2.0 NW	
19	55.6		2		4		0			2 0 NW	
20	54.8		3		4		0			1.3 NW	
21	54.2		2		4					1.6 SE	Zwischen Samoa, Fiji und Tonga: Südöstliche Winde mit Seegang bis 4.
22	54.6		2			5	0			1.7 Var.	
23	55.5		3		5		8			2.0 SE	
24	55.3		2		6		10			1.6 Var.	
25	54.7		3		4		8			1.7 Var.	Am 22. passierte eine Depression nördlich Rarotonga. Von 22. bis 24. stürmische Südostwinde in Tonga.
26	54.1				6		6			1.7 Var.	
27	54.5				4		6			1.9 Var.	
28	55.0				4		4			2.7 SE	
Häufigkeit der Perioden			8	15	28	5	20	12	2		
Mittlere Amplitude			2.6	2.0	5.3	7.0	6.0	8.2	7.0 μ		

Digitized by Google

1906. März.

Datum	Bar.	Amplitude bei einer Periode von 1	2	3	4	5	6	7	8*	Mittlere Windstärke u. -Richtung	Bemerkungen
1	754.8				3			5		2.1 Var.	
2	54.9			1	3		5			2.3 E	
3	55.7				4		5			1.8 E	
4	56.7			1	3		0			2.6 SE	
5	56.7				3		6			3.1 SE	
6	55.7				4		5			3.0 SE	
7	56.2			1	2		3	3		2.1 E	
8	57.1			1	2			5		2.2 SE	
9	57.8				2				6	2.5 E	
10	58.0				2			8		2.4 NE	
11	57.4			1	3			12		2.2 NE	
12	56.6				4			25		2.3 N	(Maximalamplitude: 50 μ).
13	56.4			3	6		20			2.3 Var.	Nach den Schiffsmeldungen
14	56.8			4	7		12			? N	hat am 11. bis 14. eine De-
15	55.3			4	7		8			3.4 NW	pression über der Ellice-
16	55.5			4	7			8		5.3 NW	Gruppe gelegen, welche
17	55.6			3	5		6			4.8 N	nacheinander 2 Teildepres-
18	56.2			2	4		6			1.8 Var.	sionen über Tonga nach Süd-
19	56.8				4		6	8		2.0 Var.	ost gesandt und sich selbst
20	56.4				5		7	7		1.8 Var.	über Neu-Caledonien nach
21	56.7			2	5		9			1.7 Var.	Norfolk-Island gewandt hat,
22	58.5			2	4		11			1.9 Var.	von wo am 20. heftiger
23	59.1			2	4		7	12		2.0 Var.	Orkan gemeldet wird. In
24	58.6			2	6		15			2.6 NE	Tagen darauf erreicht der
25	58.4			2	4		9			1.7 NE	Sturm Neuseeland, wo
26	58.2			1	3	7		7		1.4 NE	noch am 27. starker Süd-
27	57.7				5		10			1.8 NW	west bei niedrigem Baro-
28	57.6			1	2		5			1.9 NE	meterstand wehte (Auckland).
29	58.1				1	8				4.2 E	
30	58.6			3		8				5.1 E	
31	58.0				5	10				3.8 E	
Häufigkeit der Perioden				19	31	4	25	20	1		
Mittlere Amplitude				2.1	3.9	8.2	7.7	4.6	6.0 μ		

1906. April.

Datum	Bar.	Amplitude bei einer Periode von 1	2	3	4	5	6	7	8ᵉ	Mittlere Windstärke u. -Richtung	Bemerkungen
1	757.8			1	2		12			3.9 E	
2	57.3		1		2		10			3.8 E	
3	56.8		1		4	8				4.4 E	
4	57.3			1	3		5			3.1 E	
5	57.1			1	2			4		2.8 E	
6	56.6		1		2			10		3.4 E	Westlich Fiji: Stürmische E-Winde mit Seegang 5 bis 7 bei tiefem Barometerstand. In Samoa u. Tonga nördliche Winde mit hohem Luftdruck.
7	57.6				1			6		2.5 NE	
8	58.3				3			7		2.6 E	
9	58.1				2		6			2.0 NW (S)	
10	57.3					5	5			2.2 NW (S)	
11	56.4					5	5			2.2 NE	
12	56.0					5	0			3.0 NE	
13	56.8			2	3					2.3 NE	
14	57.0				4		0			2.3 Var.	
15	56.6				4			3		2.2 SW	
16	56.0			1	3		3			2.2 NW	
17	56.2			2	4					2.2	
18	56.4				3	6		3		2.1 SW	
19	55.6					4		5		2.7 SW	
20	55.4				4	6	0			2.6 NE	Südwestlich Tonga und Fiji herrschen stürmische Winde bei tiefem Barometerstand.
21	55.5					6		6		2.2 W	
22	56.4					3	8			3.6 NW	
23	57.8				3		6	4		2.3 NW	
24	58.0				5		5			2.1 NE	
25	58.2				4	5				2.7 NE	
26	58.5				4	4				2.8 NE	
27	58.8				4		5			2.8 NE	
28	58.1			1	3		5			3.5 NE	
29	57.6			3			3			2.5 Var.	
30	57.9			3			4			2.0 NE	
Häufigkeit der Perioden			3	11	30	11	21	9			
Mittlere Amplitude			1.0	1.6	3.4	5.2	4.9	5.3 μ			

Digitized by Google

1906. Mai.

Datum	Bar.	Amplitude bei einer Periode von 1	2	3	4	5	6	7	8s	Mittlere Windstärke u. -Richtung	Bemerkungen
1	757.3				2					2.9 NE	
2	56.8				3					3.2 N	
3	56.4				4					3 6 N	
4	55.8				4			1		3.2 NE	
5	56.0				3			3		4.7 ENE	
6	56.2				4		4			3.0 Var. E	
7	56.4				2			4		2.1 E	
8	56.7				2			3		1.6 Var.	
9	57.7				3			4		1.9 SE	
10	58.0				3			4		1.8 Var.	
11	57.1			2	3			3		2.8 E	
12	56.1				6			4		2.8 E (N)	In Samoa: Seegang 4—5.
13	55.8		1		7		11			2.2 W	Zwischen Samoa u. Fiji:
14	56.5			1	6	10	5			2.3 Var. (S)	Starke SE-Winde mit Seegang 4—6.
15	57.6				3	7	5			2.1 NE	
16	58.8				6		6			2.3 E	
17	59.3					6		3		3.4 E	
18	59.8				5			3		3.0 NE	Nördlich Neuseeland wiederum starke SW-Winde angetroffen. Am 21. ein Barometer-Minimum in Aukland.
19	59.1					2		2		2.9 NE	
20	58.0					2		2		2.6 ENE	
21	58.1					2				2.7 ENE	
22	57.7				2	2				2.7 ENE	
23	57.7				1	1				3.1 E	
24	58.3				1		3	0		4.8 E	
25	59.2			3	4			0		5.2 E	An den Südküsten Samoas heftiger Südost. Jedoch zwischen Neu-Seeland u. Samoa andauernd nördliche Winde.
26	59.6			1	5					4.3 E	
27	58.8			1	5					4.2 E	
28	58.6			1	6					4.1 E	
29	58.4			3	4			3		3.3 E	
30	58.8				2			2		3.3 E	
31	58.4					2	2			3.4 E	
Häufigkeit der Perioden			2	7	28	18	16	16			
Mittlere Amplitude			1.0	1.7	3.8	3.6	4.0	2.6 μ			

1906. Juni.

Datum	Bar.	Amplitude bei einer Periode von 1	2	3	4	5	6	7	8ᵃ	Mittlere Windstärke u -Richtung	Bemerkungen
1	757.6			3			3			2.7 ENE	
2	58.1				7					3.1 E	
3	58.6				6					2.3 ENE	
4	59.3				3	5				1.9 Var.	
5	58.9				3					1.9 NE	
6	58.7				2		2			2.6 ENE	
7	58.5					1				2.8 E	Passat.
8	58.2					1				3.4 E	
9	57.5				1					3.0 E	
10	57.2				1		1			2.3 E	
11	57.4				1			1		2.5 E	
12	57.6				2			2		3.4 E	
13	58.3				2		2			3.9 E	
14	57.9				3	3	3			3.1 E	
15	57.9				2	3				3.0 E	
16	59.1				4		4			1.9 Var. (E)	
17	59.2				5		7			4.5 E	
18	59.2				5		8		5	5.5 E	Besonders starker Passat in den ganzen Insel-Gruppen.
19	58.4				5		6		5	4.6 E	
20	58.3				5			3		3.1 E	
21	58.6			2	4					5.9 E	
22	58.6				3	3				6.0 E	
23	58.2				3		3			2.6 Var. (E)	
24	58.8				2					2.5 E	
25	60.0				1					4.6 E	
26	59.8				1	2				5.1 E	
27	59.4					2	1			2.7 E	
28	58.2					1				2.7 E	
29	57.1					1	2			3.6 E	
30	57.2				2	2	2			3.6 E	
Häufigkeit der Perioden				2	28	15	14	5			
Mittlere Amplitude				2.5	2.8	3.0	3.4	3.2 μ			

1906. Juli.

Datum	Bar.	Amplitude bei einer Periode von								Mittlere Windstärke u. -Richtung	Bemerkungen
		1	2	3	4	5	6	7	8s		
1	757.9				3		3			2.7 E	Zwischen Neu-Seeland u. Rarotonga: Sturm aus WSW mit Seegang bis 7.
2	58.9				4		3			3.3 E	
3	59.5				5		4			3.9 E	
4	59.0			1	5					4.5 E	
5	59.6					5				3.8 E	
6	59.6				5					2.8 E	
7	59.1					4				3.2 E	
8	59.0					4			3	2.8 E	
9	59.1					4		4		2.9 NE	Zwischen Neu-Seeland und Rarotonga: Sturm aus SW mit Seegang bis 8, dessen Dünung sich weit erstreckt. In Samoa, Tonga, Fiji und den Neuen Hebriden: Starker SE-Wind mit Seegang 4 bis 6.
10	58.5				3			7		2.4 ENE	
11	58.6				4			7		2.4 ENE	
12	58.5					5	7	5		4.3 E	
13	57.5					7	5	3		4.7 E	
14	57.1					4		4	3	3.3 ENE	Zwischen Fiji u. Sydney SW bis S-Sturm mit Seegang bis 7. Zwischen Neu-Seeland u. Rarotonga: NE-Wind mit SW-Dünung.
15	57.7				3			3		1.7 Var.	
16	57.8					6		7		1.9 NE	
17	57.1				5		6			2.0 Var.	
18	56.8				4		5			2.0 Var.	
19	57.0					4		3		3.2 E	
20	58.0				3			2		2.5 E	
21	57.8				3				0	2.2 ENE	
22	57.4					3				2.2 Var. (E)	
23	58.1				2					2.5 Var. (E)	
24	58.8				4		3			2.6 E	
25	58.9				4		6			3.9 E	
26	58.4				4			3		4.5 E	Zwischen Sydney und Fiji: Variabele Winde mit schwachen Seegang.
27	59.0						3		1	1.8 E	
28	59.7					3			2	2.7 E	
29	59.8					3		2		2.2 E	
30	59.6					2		1		1.7 E	
31	59.4					2				1.9 N	
Häufigkeit der Perioden				1	29	18	20	17	2		
Mittlere Amplituden				1.0	4.1	3.7	4.2	3.3	3.0 μ		

Digitized by Google

1906. August.

Datum	Bar.	Amplitude bei einer Periode von 1	2	3	4	5	6	7	8ᵃ	Mittlere Windstärke u. -Richtung	Bemerkungen
1	759.6				1	2		2		1.9 NE	
2	60.9				2	3	2			2.0 NE	
3	61.5					6	5			2.4 E	
4	60.8				5		5			2.8 ESE	
5	59.8				4		6			5.9 E	
6	60.4		1		5					6.3 E	
7	60.0				6			3		7.7 E	
8	60.1				5					5.4 E	
9	59.6				4					5.6 E	
10	59.5				4		3			3.2 E	
11	60.3			2	4					4.0 E	Besonders starker Passat zwischen den Inseln.
12	61.1			2	3					4.9 E	
13	61.2			2	2	4		1		5.6 E	
14	60.8			2	2	2				6.2 E	
15	59.6			2	3	3				7.7 E	
16	58.5			1	3			2		8.4 E	
17	57.3			1	2		5			9.1 E	
18	58.0				2		7			5.5 E	
19	58.9			1	3	6				5.2 E	
20	58.6				4		6			3.4 E	
21	58.1				3	5				5.0 E	
22	58.1									6.2 E	
23	57.3									6.2 E	
24	57.1									5.0 ENE	
25	56.8				Reg. unterbrochen					2.3 NE	
26	57.3									1.8 Var.	
27	57.3									Var.	
28	57.3			3						E	
29	57.9				2	3				2.0 NE	
30	58.3				3					2.0 Var.	
31	58.8				4					2.8 Var.	
Häufigkeit der Perioden			(1	10	25	9	10	8)			
red. auf 31 Tage			1	12	31	11	12	10			
Mittlere Amplitude			1.0	1.7	3.4	3.8	5.0	3.3 μ			

Digitized by Google

1906. September.

Datum	Bar.	Amplitude bei einer Periode von 1	2	3	4	5	6	7	8s	Mittlere Windstärke u. -Richtung	Bemerkungen
1	759.7			2	3					3.9 NE	Zwischen Samoa u. Fiji: Starker SE-Wind mit Seegang 4 bis 5.
2	60.2			3	4			3		4.1 E	
3	60.1			3	4			3		5.2 E	
4	59 4			2	3				3	5.6 E	
5	58.8			2	3		3		0	4.1 E	Zwischen Fiji und Sydney: Veränderlicher meist frischer Wind- und Seegang bis 5 und normaler Barometerstand.
6	58.9				4		4		2	4.0 E	
7	58.4				4			3		3.3 E	
8	58.2				4			3		3.0 E	
9	58.3			2	3			4		4.4 E	
10	58.6			5			6			4.0 E	
11	59.5				6		4			4.1 E	
12	59.6			3	3			1		3.1 E	
13	59.6			3	2					2.7 ENE	
14	59.5			2						4.0 E	
15	59.8			1						3.2 E	
16	59.4			1						4.2 E	
17	58.8			1						3.5 E	
18	58.5			1						3.3 E	An der ostaustralischen Küste SW-Sturm.
19	58.6			2						3.5 E	
20	58.0			3						3.5 E	
21	57.6			2						3.8 E	
22	57.9				2					2.3 E	
23	58.6				2					2.7 E	
24	59.0				3					2.6 E	
25	58.0				3					5.1 E	
26	57.4				3					3.5 E	
27	56.5				2					2.9 E	
28	57.0		2		3					2.0 E	
29	58.9					4				1.8 N	Westlich Samoa: frische SE
30	59.4			3		4				2.8 NE	
Häufigkeit der Perioden			1	19	30	2	4	11	3		
Mittlere Amplitude			2.0	2.3	2.9	4.0	4.2	3.2	1.7 μ		

Digitized by Google

1906. Oktober.

Datum	Bar.	Amplitude bei einer Periode von 1	2	3	4	5	6	7	8s	Mittlere Windstärke u. -Richtung	Bemerkungen
1	759.3			3	4					3.9 E	
2	58.8		2		4					3.1 ENE	
3	58.3			2	3					2.5 E	
4	58.5		1		3					2.2 Var.	
5	58.7				2					2.0 Var. (E)	
6	59.3				2					3.0 E	Südlich Tonga: Starke SW.-Dünung.
7	59.4				1			0		2.2 N	
8	59.3				2					2.3 NE	
9	59.3				1					2.8 ENE	
10	59.3				1					4.2 E	
11	58.8				2				3	3.8 E	
12	58.6				1			3		2.8 E	
13	58.7				2		4			2.9 E	
14	58.5				1		2			3.4 E	
15	58.2				3		1			3.1 E	
16	57.4		1		4			2		3.1 E	Andauernd schwache Winde und schwacher Seegang zwischen Neuseeland und Tonga.
17	56.3		2		5		4			3.3 E	
18	56.0			3	5		3			4.5 ENE	
19	56.3			2	4			2		3.2 E	
20	57.0				3		4			2.8 N	
21	57.4				3		3			2.3 Var.	
22	57.5				3		3			3.0 E	
23	57.0			2		3				3.5 E	In Tonga und Samoa: Frischer Passat mit Seegang 4.
24	57.8				4		4	4		2.7 E	
25	56.9			2	2					4.4 ENE	
26	57.2			3		3		1		4.5 E	
27	58.8			2	2	4				4.7 ENE	
28	57.3				4			2		3.6 E	
29	55.9		1		3					4.6 E	
30	56.4			2		4				4.1 N	
31	56.6			2	3					4.2 E	
Häufigkeit der Perioden			5	15	30	18	11	12	1		
Mittlere Amplitude			1.4	2.0	2.7	2.8	3.3	2.3	3.0 μ		

Digitized by Google

1906. November.

Datum	Bar.	Amplitude bei einer Periode von 1	2	3	4	5	6	7	8s	Mittlere Windstärke u. -Richtung	Bemerkungen
1	756.3				3		3			3.3 E	
2	57.0			2		2		3		3.5 ENE	
3	57.8				4			5		2.2 Var. (E)	
4	57.8			4			7			2.6 ENE	
5	57.3			3			5	3		2.6 E	
6	57.2			2		3			3	2.1 Var.(NE)	
7	56.8				5		4	3		2.0 Var. (N)	
8	56.4			2		4	5			2.4 E	
9	56.5				3			2		2.4 Var. (S)	
10	56.2				4		3			3.4 E	
11	56.7				3		4			3.2 E	
12	57.4			2		4		4		3.0 E	
13	57.6				3			2		3.5 E	
14	57.4			3		3		1		2.6 E	
15	57.2			2	3		3			3.2 NE	
16	56.9			2	2			3		3.0 ENE	
17	56.7			1				3		E	
18	56.4			2				3		Var. (E)	
19	55.3		1		3			3		N	In Samoa frischer NW mit Seegang 3 bis 4.
20	55.1			4	6			2		2.2 NW	
21	56.2				5			3		2.2 Var. (E)	
22	56.3				3		3			2.1 ESE	
23	56.0			2		5		1		2.3 E	
24	56.0				3	3		1		2.8 E	
25	56.6					2				2.7 E	
26	56.3				2			3		E	
27	54.9				3		3			E	
28	54.4				2		3			Var. (NE)	
29	56.0					2		0		2.5 Var.	
30	56.1					3				3.0 NNW.	
Häufigkeit der Perioden			1	17	29	9	18	20	1		
Mittlere Amplituden			1.0	2.5	3.1	3.2	3.1	2.8	3.0 μ		

Digitized by Google

1906. Dezember.

Datum	Bar.	Amplitude bei einer Periode von 1	2	3	4	5	6	7	8ᵈ	Mittlere Windstärke u. -Richtung	Bemerkungen
1	755.4			3	7			10		2.7 NW	Nördlich von Fiji: Frischer WNW und Seegang 3 bis 5.
2	55.3			3	7		10			2.8 NNW	
3	57.3				6			6		2.4 NE	
4	59.0				3		8			2.6 ENE	In Rarotonga: Außergewöhnlich hoher Luftdruck (763) mit starkem E-Wind.
5	58.8				3	5				3.1 E	
6	57.3			1	2		2			2.8 E	
7	56.5				3			2		NE	
8	56.5						3		5	Var. (E)	
9	57.6						3	3		2.6 NW-SSW	
10	58.6						2	3		NE	
11	58.6				2			2		NE-SW	
12	57.2				4			2		2.1 SE (NW)	
13	56.3				4			1		2.0 Var.	
14	56.4			2				2		2.2 Var. (SW)	
15	55.4			2	3					N (SW)	
16	54.0				4			2		NW	
17	53.2			2		4		4		2.5 Var. (SW)	In Rarotonga: Barometer-Minimum (755) bei SE-Wind.
18	53.9				3			5		2.1 NE	
19	55.0			7	6					3.0 E	
20	55.6				4			5		2.6 Var. (N)	In Rarotonga: Bis zum Schluß des Monats stürmische südöstliche Winde. Vielleicht Sturm in Tahiti?
21	56.2				4				20	2.5 Var. (E)	
22	56.2				3			12		2.8 E	
23	56.2					4	8			3.6 E	
24	55.6					7	4			2.8 E	
25	55.3				5			10		2.8 E	
26	54.9				3		8			2.3 Var.	
27	55.6				2			8		3.1 NE	
28	55.6			2	3			6		4.6 ENE	
29	56.1			2	3		6			2.8 E	
30	55.9				4		6			3.7 E	
31	55.5			3			5	7		3.9 E	
Häufigkeit der Perioden				10	27	12	22	19	2		
Mittlere Amplituden				2.7	3.9	4.6	5.4	5.0	12.5 μ		

Digitized by Google

Allgemeine Schlüsse aus den Registrierungen.

Zusammenstellungen.

Mittel aus 1905 und 1906	Häufigkeit des Vorkommens der Perioden in Tagen						
	2	3	4	5	6	7	8*
Januar	2	8	30	8	21	10	3 Tage
Februar	4	12	24	9	17	8	0
März	4	14	29	9	20	18	5
April	4	14	28	10	16	8	2
Mai	5	12	29	12	12	10	0
Juni	2	10	28	18	12	6	0
Juli	3	7	30	12	18	10	1
August	3	16	31	12	12	5	0
September	5	18	30	4	12	6	2
Oktober	4	18	30	13	15	8	0
November	4	18	28	9	17	14	0
Dezember	2	10	28	8	22	18	1
Jahr	42	157	345	124	195	121	14 Tage
Passat Zeit	22	81	178	71	81	45	3
Regen Zeit	20	76	167	53	114	76	11
in Prozenten							
Jahr	12	43	95	34	53	33	4 %
Passat Zeit	12	44	97	39	44	24	2
Regen Zeit	11	42	92	29	63	42	6

Digitized by Google

Mittel aus 1905 und 1906	Mittlere Amplituden bei den Perioden von						
	2	3	4	5	6	7	8s
Januar	2.0	1.8	4.0	5.6	5.4	7.2	4.5 μ
Februar	1.3	2.0	4.4	6.6	6.3	7.1	—
März	1.0	2.4	5.1	9.5	7.8	7.0	6.8
April	1.1	2.3	3.4	4.5	4.8	6.1	6.4
Mai	1.0	2.1	3.8	4.0	4.6	6.2	10.0
Juni	1.7	2.7	2.5	4.1	4.0	3.7	—
Juli	1.3	1.4	3.8	4.5	3.5	4.2	3.0
August	1.0	1.7	3.4	4.0	4.3	3.3	—
September	1.6	1.9	2.2	3.0	3.3	2.6	1.7
Oktober	1.2	1.6	2.6	3.0	4.0	3.2	3.0
November	1.0	2.0	3.5	5.0	4.1	4.2	3.0
Dezember	0.3	2.2	3.6	4.9	5.2	5.3	12.5
Jahr	1.2	2.0	3.5	4.9	4.8	5.0	5.7 μ
Passat-Zeit	1.3	1.9	3.0	3.8	3.9	3.9	4.4
Regen-Zeit	1.1	2.1	4.0	6.0	5.6	6.1	7.0

Vorerst sollen einige allgemeine Schlüsse aus diesen Tabellen und Zusammenstellungen gezogen werden.

Ein Vergleich mit den Göttinger Berichten über „mikroseismische Störung", wie sie in den Jahres- und Wochenberichten des Geophysikalischen Institutes gegeben werden, zeigt auf den ersten Blick einen großen Unterschied: Die Brandungsbewegungen haben in Samoa eine erheblich größere Amplitude und Mannigfaltigkeit der Periode. Nach dem Früheren erklärt sich beides zwanglos aus der Lage: Apia liegt auf einer Insel, welche von andern umlagert ist, Göttingen liegt mindestens 900 km vom Ozean entfernt, aber doch immer noch im Bereich der bei heftigen Stürmen auftretenden Brandungen an den steilen Küsten Englands, Frankreichs und Norwegens, ja sogar des Adriatischen und Tyrrhenischen Meeres. Dabei wird es sehr selten vorkommen, daß an mehreren dieser Küsten gleichzeitig Sturm ist, sodaß die Brandungswellen regelmäßig an Amplitude und Periode sein werden.

In Samoa kann man gewöhnlich mehrere Perioden neben einander bestehen sehen, weil die Brandungsbewegungen mehrerer Küsten der umliegenden Inseln,

Digitized by Google

welche verschiedene Windverhältnisse haben, vom Seismographen verzeichnet werden. Eine mittlere Periode von 4 Sekunden ist in 95 % aller Fälle vorhanden. Nach dem oben über Meereswellen Gesagten ist es kaum ein Zweifel, daß sie durch Brandung der Wellen des Passatwindes, welcher mit geringen Unterbrechungen weht, oder auch wohl durch die Brandung an Leeküsten erregt werden. Nach den übereinstimmenden Angaben von Paris, Krümmel und Schott beträgt die den Passatwinden entsprechende Periode im freien Meere etwa 4½ Sekunden. Das ist auch die zur mittleren Windstärke auf dem Meere (Grad IV der Beaufortskala, 7 m. p. s.) gehörende Periode, wodurch sich ihr häufiges Auftreten auch in Monaten ohne Passat nach der Wahrscheinlichkeit erklärt.

Die nächst niedrigere Periode von 3 Sekunden gehört geringerer Windgeschwindigkeit an. Hingegen scheint die kleinste Periode von 2 Sekunden durch die Wellen in der flachen Lagune zwischen Riff und Küste hervorgerufen zu werden, welche zwar schwach sind, aber nur 10 m vom Seismographen entfernt branden. Die Periode dieser Flachwasserwellen berechnet sich näherungsweise (nach Krümmel, Ozeanographie II, S. 22) als

$$t = 2\pi\sqrt{\frac{p}{3g}},$$

wo p die Tiefe des Wassers ist. Für $p = 2\,m$ ist $t = 1.6$ Sekunden.

Im September 1905, als ein neuentstandener Vulkan in Savaii in fortwährenden Eruptionen tätig war, können auch diese jene kleinen Wellen erzeugt haben.

Von Wichtigkeit für die vorliegende Untersuchung sind hauptsächlich die längeren Perioden. Und solche sind bis zu 8 Sekunden beobachtet worden. Einige Male schienen mir auch größere vorhanden zu sein. Sie waren jedoch in den kürzeren Perioden mit großer Amplitude nicht deutlich zu erkennen.

Eigenschwingungen, welche durch die Brandung erregt werden.

Wie schon erwähnt, ist E. Wiechert[1]) der Ansicht, daß durch die Brandung Eigenschwingungen erregt werden, derart, daß die auf einer Magmaschicht frei schwimmend angenommene oberste Erdschicht elastische Scheerungswellen in rein horizontaler Richtung ausführt: die mittelste Zone bleibt in Ruhe, die darüber und darunter liegenden Schichten geraten in horizontale Schwingungen nach entgegengesetzten Richtungen. Die Eigenperiode T berechnet sich aus der Dicke der Schicht bis zum Magma D, und der Geschwindigkeit der Schwingungswellen $b = 3.3$ km p. s.,

1) E. Wiechert u. K. Zoeppritz, Über Erdbebenwellen I. Gött. Nachr. 1907.

$$T = \frac{2D}{b} \text{ oder } T = 0.6\,D.$$

In Hauptbeben scheint die Periode von 17 bis 18 Sekunden eine besondere Rolle zu spielen. Danach nimmt Wiechert eine oberste Erdschicht von im Mittel 30 km Dicke an.

Wenn also durch Meereswellen diese Eigenschwingungen erregt würden, müßten in den Brandungsbewegungen des Erdbodens die Perioden von ca. 9ˢ, erster Oberton, sowie 6ˢ und 4ˢ zweiter und dritter Oberton, besonders starke Amplituden anfweisen.

Betrachten wir daraufhin die Tabelle der mittleren Amplituden auf Seite 46, so sehen wir, daß die Amplituden allmählich mit wachsenden Perioden größer werden, aber ein sekundäres Maximum bei der Periode von 5 Sekunden haben. Nun könnte allerdings dieser Widerspruch dadurch bedingt sein, daß die oberste Schicht in jenem Teile des Stillen Ozeans nur 25 km dick sei. Dann würde der zweite Oberton statt 6 nur 5 Sekunden Schwingungsperiode haben.

Eine zweite Möglichkeit von Resonanz liegt in Eigenschwingungen der Inseln selbst, welche aus vulkanischen Aufschüttungen besteht und aus dem tiefen Ozean etwa 4—5 km herausgewachsen ist.

Man kann sich denken, daß horizontale Scheerungsschwingungen der vulkanischen Schuttmassen entstehen, wobei die untersten Schichten festgehalten werden. Die Eigenperiode ist in diesem Falle

$$T = \frac{4D}{b}.$$

Für $D = 4$ km würde sich $T = 5^{s}$ ergeben.

Vorstehende Überlegungen lassen sich nicht von der Hand weisen, wenngleich zwingende Gründe für die Annahme von Eigenschwingungen nicht vorhanden zu sein scheinen, da die Amplituden der ausgezeichneten Perioden 4 und besonders 5ˢ doch nur sehr wenig die anderen übertreffen.

Hingegen scheint das außerordentlich häufige Vorkommen der Periode von 4 Sekunden, welches sich aus der Tabelle auf Seite 45 ergiebt, zu beweisen, daß die Ursache — wie vermutet, die Wellen des Passatwindes — sehr häufig vorhanden ist. Eine Neigung des Erdbodens zu periodischen Bewegungen kann allein ihre Häufigkeit nicht erklären.

Weitere Resultate in dieser Hinsicht sind durch die nunmehr in Apia eingerichteten Registrierungen der vertikalen Bewegungen zu erwarten, da diese ja keine Resonanz zeigen dürften, wenn die oben erwähnten horizontalen Eigenbewegungen tatsächlich vorhanden sind. Die Arbeiten von G. Angenheister werden daher die vorliegenden Untersuchungen in diesem Punkte ergänzen, bezüglich berichtigen.

Zur Erklärung des relativen Maximums der mittleren Amplitude bei 5 Sekunden Periode kann auch folgende Überlegung dienen: Wenn in der Südsee ein Sturmzentrum entsteht und langsam seinen Weg durch die Inseln nimmt,

Digitized by Google

so gruppieren sich entsprechend der Windgeschwindigkeit die Wellenperioden so um das Zentrum herum, daß die längsten in der Mitte sind und die kürzesten außen. Vom Zentrum gehen ferner Dünungen besonders in der Zugrichtung voraus, welche zuerst die Maximalperiode haben, dann aber abnehmen und in großer Entfernung eine um 2 Sekunden geringere Periode zeigen können. Nun kam in den Jahren 1905 und 1906 kein Orkan über Samoa selbst hinweg, alle nahmen ihren Weg weit um Samoa herum, sodaß nur Perioden verringerter Periode in Samoa selbst brandeten. Die Bewegungen langer Periode wurden erst von weither durch die Erde übertragen und hatten dabei durch Absorbtion an Amplitude eingebüßt. Daher erklärt sich vielleicht das relative Maximum bei einer Periode von 5 Sekunden, welche einer Windgeschwindigkeit angehört, die gerade die normale etwas übertrifft.

Daß die Wellen größerer Periode auch im Mittel größere Amplitude haben, erklärt sich wohl in erster Linie daraus, daß die längsten Meereswellen auch die heftigsten sind. Ferner können bei der allgemeinen Störung infolge Auftreten eines Orkanes größere Perioden mit kleinen Amplituden nicht erkannt werden, wodurch das Mittel stark nach oben gedrückt sein kann. Außerdem ist nicht zu vergessen, daß Schwankungen größerer Periode weniger stark absorbiert werden.

Die Häufigkeit der einzelnen Perioden und die mittleren Amplituden zeigen eine deutliche Abhängigkeit von der Jahreszeit. In Samoa kann man nur Passatzeit und Regenzeit unterscheiden. In der ersteren (Mai bis Oktober) hat die Witterung durch den stetigen Passatwind den Charakter des Ruhigen und Gleichmäßigen. Nur selten machen sich Störungen durch Depression bemerkbar. Die Windgeschwindigkeit ist aber im Mittel größer als in der Regenzeit (November bis April), wo mit den Stürmen Windstillen abwechseln. Dennoch findet man in der Passatzeit schwächere Brandungsbewegungen und Vorherrschen kleinerer Perioden. In der stürmischen Regenzeit treten die höheren Perioden 6, 7 und 8 Sekunden bezeichnenderweise häufiger auf. Allen Perioden aber ist dann auch eine Vergrößerung der Amplituden gemeinsam.

Betrachtet man die einzelnen Monatstabellen genauer, so kann man oft sehr gut verfolgen, wie die Brandungsbewegungen verschiedener Periode sich ganz verschieden verhalten, unabhängig von einander auftreten und vergehen, sodaß man den Eindruck gewinnt, daß sie unmöglich von ein und derselben Erscheinung verursacht sein können, wie frühere Erklärungen fordern müßten.

Im März 1905 hat beispielsweise die mittlere Periode von 4 bis 5 Sekunden eine große Amplitude am 8. und 9. gehabt infolge eines in der Nähe vorüberziehenden Sturmzentrums. Allmählich nehmen diese schnellen Perioden ab, während andrerseits lange Perioden auftreten, deren Amplitude sich ändert, ohne daß gleichzeitig Änderungen der Amplitude der kleineren Periode damit verknüpft sind.

Im Oktober 1906 herrscht seit Anfang des Monats eine Periode von 4 bis 5 Sekunden vor mit geringer Amplitude. Am 11. treten plötzlich lange Perioden ein als Vorboten eines Sturmes, aber noch bis zum 16. bleibt — entsprechend

der Witterung in Samoa — die kurze Periode neben der neuen unverändert bestehen, bis das Zentrum, das am 18. am nächsten kommt, nahe herangerückt ist, sodaß der Wind auffrischt.

Solche Beispiele für die Unabhängigkeit der Bodenbewegung verschiedener Perioden sind in großer Anzahl in den Tabellen enthalten. Sie ordnen sich zwanglos unter die hier vertretene Theorie, während sie Rätsel bleiben für alle Hypothesen, welche durch Luftdruckunterschiede und Windreibung die „mikroseismische Unruhe" erklären wollen.

Die Registrierungen in Samoa zeigen — außer den durch die Lagunenwellen erzeugten Perioden von 2 Sekunden — keine deutliche Spur einer täglichen Periode. Sie befinden sich damit in Uebereinstimmung mit den meisten Aufzeichnungen gleichwertiger Instrumente. Wenn früher so oft eine tägliche Periode gefunden ist, so war sie entweder durch örtlichen Wind verursacht gewesen oder durch Luftströmungen im Instrumentenkasten, welche mit den einer täglichen Periode unterworfenen meteorologischen Elementen in Verbindung standen.

Erklärlich wäre nur — was vielleicht bei einigen Stationen nahe der Küste zutreffen mag — daß die tägliche Aenderung des Windes zugleich eine Aenderung des Seeganges zur Folge haben könnte.

Zu untersuchen wäre auch, ob nicht an seichten Küsten mit starken Gezeiten, die Veränderlichkeit des Wasserstandes auch eine Vermehrung und Verminderung der Wellenhöhe bewirkt, wodurch nach den Ausführungen auf Seite 17 ebenfalls eine nahezu halbtägige Periode veranlaßt werden müßte.

In Apia konnte diese Wirkung nicht in Frage kommen, weil außerhalb des Riffes, wo die Brandung stattfindet, eine Aenderung der Meeresoberfläche um $1^1/_2$ m nicht sehr in Betracht kommt.

Die innerhalb des Riffraumes im seichten Wasser eintretenden Wellen weisen eine geringe tägliche Periode mit den Gezeiten und dem Winde auf.

Der Zusammenhang der Brandungsbewegungen mit Stürmen.

Daß bisher die Natur der Brandungsbewegungen nicht richtig erkannt worden ist, liegt hauptsächlich an der meist eingeschlagenen Methode. Man versuchte auf rein statistischem Wege, durch Summierung über große Zeitabschnitte Zusammenhänge zu entdecken, wie das oft bei meteorologischen Untersuchungen zum Ziele geführt hat. Der Gegenstand teilt aber mit vielen andern meteorologischen Problemen die Eigenschaft, daß bei irgend einer unzweckmäßigen Integrierung seine Zusammenhänge mit andern Erscheinungen herausfallen. Die Erhöhung der Windgeschwindigkeit kann dem Auftreten der Brandungsbewegungen

Digitized by Google

am selben Orte je nach Lage des Beobachtungsortes zur Küste und der Zugrichtung des Sturmes entweder vorausgehen oder nachfolgen, vielleicht auch ganz ausbleiben. Die Parallelität mit dem Gange des Luftdrucks ist auch nur dann zu erwarten, wenn die Station gleichzeitig mit der Küstenlinie von der Depression betroffen wird.

Will man Zusammenhänge finden, die sich graphisch vor Augen führen lassen, so muß man Depressionen im Augenblick, wo sie über Küsten liegen, mit den Seismographenregistrierungen in Parallele setzen. Der beste zahlenmäßige Ausdruck für solche Wetterlagen ist der Stärkegrad des Seeganges, doch standen solche Beobachtungen auf Samoa leider bisher nicht zur Verfügung.

Diese Ueberlegungen ließen es mir unzweckmäßig erscheinen, auf dem Wege der Statistik zu Ergebnissen zu gelangen. Vielmehr glaube ich in dem Herausgreifen einzelner Fälle und der Vertiefung in die näheren Verhältnisse ein besseres Mittel gefunden zu haben, die Richtigkeit der Erklärung durch die Brandung darzutun.

Zu diesem Zwecke suchte ich durch Zusammenstellung aller erreichbaren meteorologischen Beobachtungen in der Umgebung von Samoa den Weg einiger Orkane genau festzulegen. Durch Untersuchung, wie sich dieser Weg auf dem Seismographen abbildet, wird man Erfahrungen sammeln, um umgekehrt aus den Registrierungen des Seismographen unter Benutzung aller meteorologischen Beobachtungen derselben Station den Weg des Orkans zu konstruieren. Ich konnte natürlich nicht erwarten, mit dem geringen Materiale, das mir bisher zur Verfügung steht, diese Aufgabe vollkommen zu lösen, jedoch ermuntert der Versuch das Ziel mit bessern Mitteln anzustreben. Insofern steht diese Untersuchung über Brandungsbewegungen in engem Zusammenhang mit einer Organisation meteorologischer Beobachtungen in der Südsee zwecks Studiums der Orkane, wozu die einleitenden Schritte bereits geschehen sind.

Einige Ueberlegungen mögen zur Betrachtung einzelner Stürme überleiten:

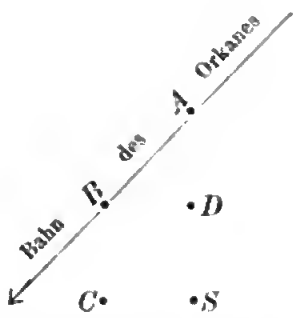
Ein Sturmzentrum über dem Meere kann sich nicht eher an einem Seismographen auf dem Kontinent bemerkbar machen, als bis die hervorgerufenen Wellen eine Küste treffen. Nun geht bekanntlich dem Sturme in der Zugrichtung die Dünung voraus. Diese Dünungswellen haben aber, weil sie schon geraume Zeit aus dem Winde, dem sie Ursprung und Energie verdanken, herausgekommen sind, sowohl an Höhe als an Periode eingebüßt — wie oben ausgeführt ist —. Der Seismograph muß also bei beginnendem „mikroseismischen Sturme" Wellen aufschreiben, welche sich innerhalb etwa eines halben Tages an Amplitude und Periode vergrößern. Das wird tatsächlich oft beobachtet und ist mehrfach in der Literatur betont worden.

Ich nehme nun den Fall an, daß der Seismograph auf einer Insel S steht,

---

Anmerkung bei der Drucklegung: S. a. K. Zoeppritz, Seismische Registrierungen in Göttingen 1906. Gött. Nachr. Math.-phys. Kl. 1908.

Digitized by Google



welche von einer Anzahl anderer Inseln umlagert ist (s. nebenst. Figur). Diese mögen von einander soweit entfernt sein, daß der Sturm etwa drei Tage gebraucht, um diese Entfernung zu durchlaufen, etwa 1000 Kilometer. Nähert sich das Sturmzentrum der Insel A, so wird in S die schon behandelte Zunahme von Periode und Amplitude der Brandungsbewegungen stattfinden. Ist A eine kleine Insel, so herrscht am folgenden Tage an ihren Küsten nur noch geringere Brandung, die größten Perioden und Amplituden werden im Seismogramm schon wieder fehlen. Sobald jedoch B vom Sturme erreicht wird, erscheinen sie wieder. Vorher sind aber Dünungswellen nach D gelangt. Da sie nun in geringerer Entfernung von S branden, werden dort zwar kleinere Perioden, aber größere Amplituden registriert werden. Beim Weiterrücken des Orkans auf der gezeichneten Bahn wird noch einmal eine Vergrößerung der Perioden eintreten, wenn er C nahekommt. Die Amplituden dieser langen Wellen werden kaum noch vergrößert werden. Die stärkste Bewegung bei kleinster Periode wird registriert werden, wenn die Dünung in S selbst anlangt. Hierbei ist schon berücksichtigt, was sich bei Bearbeitung der Beobachtungen gezeigt hat, daß die Absorbtion der seismisch übertragenen Welle größer ist als die der Wasserwelle bei Wind von gleicher Richtung.

Der Fall, wie ich ihn soeben geschildert habe, würde ausgewertet und tabelliert, etwa folgendermaßen aussehen:

Nummer des Tages	Amplitude bei einer Periode von 5	6	7	8ˢ	Luftdruck in S mm	Bemerkungen
1				5 μ	760	Orkan trifft in A. ein.
2			7		759	
3			7		755	Dünung in D.
4			7	10	750	Orkan in B. Niedrigster Barometerstand in S.
5			10		755	Dünung in D.
6		15			760	Dünung in S.
7		15		7	762	Orkan nahe C.
8	10		5		763	Dünung in C und S.
9	5				764	Dünung in S.

Es ist nun nicht schwer in gleicher Weise zu ermitteln, wie die Registrierung aussieht, wenn der Sturm einen andern Weg nimmt, etwa gerade auf S zu.

Digitized by Google

Sobald das Zentrum in D anlangt, wird wieder die längste Periode aber mit einer weit größeren Amplitude auftauchen, je nach Entfernung, Absorbtion und Intensitätsänderung des Sturmes. Die kürzeren Wellen werden auch vorhanden sein, aber einerseits nicht bis zu so geringen Werten der Periode hinabgehen, als im vorigen Falle, andrerseits im selben Maße zunehmen, wie die langen Wellen.

In Wirklichkeit sind nun zwar die Inseln nicht so regelmäßig um die Stationen verteilt, wie es oben angenommen wurde. Das ist einesteils ein Nachteil, mehr aber noch eine Erleichterung bei der Orientierung über die Richtung, aus welcher der Sturm kommt.

Ein wichtiges Mittel, die Entfernung des Brandungsherdes zu schätzen, ist die ganze äußere Erscheinung der Registrierung. Bei naher Brandung werden die Bewegungen sehr unregelmäßig, die Periode schwankt zwischen weiten Grenzen, respektive sie sind in großer Zahl vorhanden, von denen die kleineren überwiegen (s. Fig. 2). Bei großer Entfernung erscheinen hauptsächlich die langen Perioden, welche schwächer absorbiert werden, und zwar in regelmäßigen Sinuskurven. Die Fig. 3 soll das veranschaulichen.

Es ist zu erwarten, daß die Hinzuziehung der Registrierungen der vertikalen Komponente der Brandungsbewegungen noch weitere Aufklärung nicht nur über das Wesen der Erscheinung, sondern besonders auch über die Bahn des Sturmes bringen werden. Leider war in den Jahren 1905 und 1906 noch kein Vertikalseismograph in Samoa aufgestellt.

Aber auch die Registrierungen in der horizontalen Komponente allein werden es ermöglichen, die hier gewonnene Kenntnis von dem Wesen der Brandungsbewegungen in der praktischen Meteorologie zu benutzen. Besonders auf Inseln, welche nicht mit der Umgebung telegraphisch verbunden sind oder keinerlei Sturmwarnungsdienst haben, wird man den Seismographen hierzu mit Vorteil verwenden können. Natürlich erfordert diese Methode Uebung und Erfahrung wie alle meteorologischen Prognosen.

Besprechung von Einzelfällen.

Die Orkane des südlichen Stillen Ozeans entstehen in der Nähe des Aequators und wenden sich zunächst nach Südwest. In einer Breite, die feststehenden Schwankungen unterworfen scheint, biegen sie jedoch nach Südost um. Die Sturmbahnen sind daher nahezu Parabeln mit einem Breitengrade als Axe. Die Gesetze, nach denen die geogr. Breite und Länge des Scheitelpunktes variieren, sind für einige Meere empirisch und theoretisch behandelt worden. Für das hier zu betrachtende Gebiet des südlichen Pazifik sind solche Untersuchungen von E. Knipping[1]) begonnen.

1) E. Knipping: Die tropischen Orkane der Südsee zwischen Australien und den Paumotu-Inseln. Arch. d. Seewarte 16. 1893. Heft 1.

Digitized by Google

Die folgenden Einzeluntersuchungen haben also auch in diesem Sinne meteorologisches und praktisches Interesse:

Zunächst liegen einige Beobachtungen vor, aus denen zwar hervorgeht, wo zu einer bestimmten Zeit ein Depressionszentrum sich befunden hat, aus denen man aber betreffs des weiteren Verlaufes nichts Sicheres entnehmen kann.

Vom 4. bis 6. Januar 1905 war Sturm in Fiji (Entfernung von Samoa 1000 km). Am Seismographen in Samoa treten außer den gewöhnlichen Wellen mittlerer Periode solche von 7 bis 8 Sekunden auf, die auch in den folgenden Tagen anhalten, wo der Sturm vermutlich über Tonga ostwärts gezogen ist. Doch noch bis zum 15., wo er über Rarotonga vorübergezogen zu sein scheint, zeigen sich Perioden von 6 Sekunden, welche jedenfalls der zurückgebliebenen Dünung angehören.

In den letzten Tagen des Januars 1905 lag eine Depression zwischen Samoa und der nordwestlich gelegenen Ellice-Gruppe. Schon seit dem 24. hat sie sich durch langperiodische Bodenschwankungen bemerkbar gemacht, welche jedenfalls dadurch zu erklären sind, daß das Zentrum auf einige der kleinen Inseln getroffen ist, welche nördlich Samoa liegen. Am 26. trifft die Dünung in Samoa ein, vorerst mit geringen Perioden, die sich aber etwas steigern, als — wie aus dem fallenden Luftdruck hervorgeht —, sich das Zentrum den Inseln nähert. Das Gebiet niedrigsten Druckes und größter Windgeschwindigkeit zog nördlich vorüber, wobei die Brandungsbewegungen allmählich an Stärke und Periode abnehmen. Eine Zunahme von 3. bis 6. Februar scheint anzuzeigen, daß wieder eine Inselgruppe (Tokelau) getroffen wurde, worüber jedoch keine Meldungen vorliegen.

Ende Februar zog eine tiefe Depression östlich Samoa vorüber, ohne daß man sich aus den spärlichen Beobachtungen ein genaues Bild davon machen könnte. Die Brandungsbewegungen längerer Periode waren nicht genau zu erkennen, da in Samoa selbst heftige Brandung (an der steilen Westküste Savaiis) herrschte.

Besonders aussichtsreich scheint eine ausführliche Behandlung des Orkans im März 1905. Aus privaten Nachrichten entnehme ich, daß derselbe in den ersten Tagen des Monates in den Tokelau-Inseln erheblichen Schaden angerichtet hat. Am 8. war er Samoa gefährlich nahe und ging hart nordöstlich vorüber (s. Figur 2 auf Tafel 1). Dann ist er langsam durch die östliche Gruppe gezogen, wie deutliche Spuren in den östlichen Inseln und der Manihiki-Gruppe anzeigten. Erst am 23. März traf er Tahiti und in den folgenden Tagen die Paumotu-Inseln.

Die Anwesenheit in den Tokelau-Inseln prägte sich am 1. bis 5. März in dem Auftreten längerer Wellen aus, während starke südwestliche Winde in Samoa selbst Brandung mittlerer Periode hervorriefen. Ein Beweis, daß der Sturm in nächster Nähe vorüberging, ist der Umstand, daß nach Vorübergang des Luftdruckminimums am 9. März die kleinere Periode fehlte und nur längere

Digitized by Google

Wellen auf dem Seismogramme mit gewaltiger Amplitude erscheinen. In den folgenden Tagen, solange der Sturm sich auf dem Meere befindet, fehlen größere Perioden und erst am 13., wo die einzelnen Inseln, Puka-Puka, Nassau, Suwaroff-Insel erreicht werden, erscheinen sie wieder.

Vom 17. bis 22. tobt der Sturm südlich der Manihiki-Gruppe, welche nur die Dünungen der linken Seite erhalten, was die Wellen von 6ˢ Periode anzeigen. In Samoa selbst herrschen schwache Winde, die Perioden von 3 und 4 Sekunden im Gefolge haben. Mit dem Tage jedoch, wo von Tahiti Sturm gemeldet wird, treten die längen Perioden, durch die Erde übertragen, wieder hervor und bleiben bis zum 28. bestehen.

Ziemlich den gleichen Weg nahm ein Orkan im Februar 1906, von dem hier gleich die Rede sein soll.

Ich wurde auf ihn durch die am 29. Januar eintreffenden längeren Brandungswellen aufmerksam, noch ehe am Barometer und Anemometer etwas zu merken war. Er zog am 1. Februar östlich vorüber und zwar ziemlich nahe. Das Maximum der Brandungsbewegungen war schon 2 Tage vor seiner größten Nähe, wo in Samoa noch schwache veränderliche Winde wehten. Es ist daraus zu ersehen, daß das Zentrum näher an den Tokelan-Inseln als Samoa war, während im März 1905 das Maximum der Wellen längerer Periode mit der Zeit des tiefsten Barometerstandes zusammenfiel. Als die Dünung mit einer Periode von nur noch 5 bis 6 Sekunden am 3. in Samoa ankam, erzeugten diese ein zweites Maximum. Im Gegensatz zu dem vom 30. Januar, welches auf seismischem Wege vom Sturmzentrum nach Samoa kam, ist diese zweite Maximum durch die Wasserwellen übertragen worden.

Der Orkan nahm seine Bahn in gerader Linie auf Tahiti zu, wo er in Verbindung mit einer Sturmflut furchtbare Verheerungen anrichtete. Vielleicht ist durch die Schnelligkeit der Fortbewegung die Stauung des Wassers vor der Sturmfront zu erklären. Die Entfernung Samoa-Tahiti beträgt nahezu 2500 km. Diese wurden im März 1905 in 14 Tagen, im Februar 1906 aber in 7 Tagen durchlaufen.

Während dieser Zeit wurden längere Perioden wieder nicht vom Seismographen aufgezeichnet — eine Erhöhung am 4. ist vielleicht durch die Annäherung des Sturmes an die Cook-Inseln zu erklären —, jedoch vom 7. an herrscht eine größte Unruhe, in denen auch längere Perioden aus dem Sturmzentrum selbst vorhanden sind.

Den weiteren Verlauf stört ein anderer Sturm in höherer südlicher Breite.

Ich gehe nun wieder nach der zeitlichen Aufeinanderfolge.

Mitte April wütete ein furchtbarer Sturm in den Karolinen und Marschalls-Inseln, die über 3000 km von Samoa entfernt sind. Beim nachträglichen Suchen fand ich in den Tagen nach dem 20. lange Perioden von 9 und 10 Sekunden, welche hier und da auftauchen. Es ist nicht ausgeschlossen, daß diese aus dem Sturm-

Digitized by Google

zentrum kommen. Längere Perioden werden ja weniger absorbiert als kürzere. Immerhin zog dor Sturm auch die nordwestlich Samoa gelegenen Gebiete in Mitleidenschaft, wie stürmische Südostwinde in Fiji bezeugen.

Ein zweiter Orkan in den Marschalls-Inseln fand Anfang Juli statt. Jedoch habe ich keine Brandungsbewegungen längerer Periode entdecken können.

Dasselbe gilt für einen Taifun in den Mariannen im Anfang September. Diese Inseln siud wenigstens 5000 km von Samoa entfernt.

In dem südlichen Stillen Ozean kommen Orkane vom Mai bis Oktober nicht vor. Immerhin werden die Brandungswellen des Passates bisweilen begleitet von längeren Perioden, welche meist in Verbindung mit schwachen Depressionen auftreten und verschwinden, ohne daß ich aus den unvollständigen Nachrichten Genaueres ersehen konnte.

Starke Passate machten sich deshalb wenig bemerkbar, weil die Samoa-Inseln sich genau in seiner Richtung — von ESE nach WNW — erstrecken. Wind und Strömnng gehen also der Küste parallel und werden durch eine scharfe Landspitze geteilt, an der ausgedehnte Brandung nicht zustande kommt.

Bei ganz besonderer Stärke des Passates kommen jedoch längere Perioden in den Brandungsbewegungen vor, welche vielleicht von der westlichen Küste der Tonga-Inseln herrühren, die sich fast senkrecht zum Passat stellt.

Am 12. Juni wurde Samoa bei hohem Barometerstande von einer orkanartigen Böe aus Südost überfallen, die gerade mit Einsetzen des Landwindes vom Gebirge auf die nördliche Küste herabfiel nnd hier einigen Schaden anrichtete. Eine Vergrößerung der Brandungsbewegungen an Amplitude und Periode war die Folge.

Erst im November 1905 machten sich wieder Stürme bemerkbar.

Nach den eingelanfenen Nachrichten, die unter Bemerkungen in den Tabellen von Seite 31 im Auszuge angegeben sind, scheint die Depression nördlich Samoa entstanden zu sein und am 8. Samoa in westlicher Richtung passiert zu haben. Danach ist sie, ohne größere Inseln zu berühren, westlich Fiji nach Osten nmgebogen und südlich Tonga verlanfen. Die längsten Perioden werden in den Tagen aufgezeichnet, wo sie der Tonga-Gruppe am nächsten war.

Ende Dezember scheint eine Depression die Tonga-Gruppe in östlicher Richtung auf Rarotonga zu gekreuzt zn haben, wovon die längeren Perioden vom 22. bis 27. herrühren können.

Zwischen dem 21. und 28. Jannar 1906 zog nach den meteorologischen Notizen eine Depression von der Manihiki-Grnppe kommend in zuerst südwestlicher, dann südöstlicher Richtung durch die Inseln, ohne jedoch eine derselben direkt zu berühren. Deshalb findet sich die längste Periode am 21., später zeigten stärkere Brandungsbewegungen mit 5 bis 6 Sekunden Periode an, daß nnr Dünungen anf Inseln getroffen sind.

Die stärksten Brandungsbewegungen des Erdbodens wurden am 12. März 1906 registriert mit einer Maximalamplitude von über 50 (s. Fig. 4). Die meteo-

Digitized by Google

rologischen Meldungen, welche sich etwas widersprechen, stimmen zunächst darin überein, daß vom 11. bis 14. eine Depression zwischen Samoa, Fiji und den Ellice-Inseln lag, welche jedenfalls auf dem Wege über die Tokelan-Gruppe dorthin gelangt war. Sodann muß man aus den Nachrichten von Tonga annehmen, daß sich zwei Teildepressionen am 13. und 15. über Tonga nach Südost abgezweigt haben, während der Orkan mit großer Heftigkeit westlich von Fiji über Neu-Kaledonien und Norfolk-Island hinwegzog und sich von dort nach Neu-Seeland wandte, wo am 27. noch stürmischer Südwest bei niedrigem Luftdruck herrschte. Jedenfalls war das ganze Inselbereich in Mitleidenschaft gezogen.

Das Erscheinen des Orkans kündeten am 7. Brandungswellen von 7^s Periode an, die sich zuerst langsam an Amplitude und Periode steigerten. Am 12., also drei Tage vor Eintritt des barometrischen Minimums in Samoa, war die Bewegung am heftigsten. Sie nahm dann bei gleichbleibender Periode an Amplitude ab, obgleich der Durchbruch besagter Teildepressionen in Samoa mit Böen von außerordentlicher Heftigkeit begleitet war. Offenbar lag Samoa am 12. gerade in der Zugrichtung des Orkans, also in der Ausbreitungslinie der Dünung. Die Verminderung der Brandungsbewegung an Amplitude und Periode bei fallendem Barometerstande kündigte also an, daß der Sturm (offenbar durch Abzweigung jener Teildepressionen) seine Zugrichtung geändert hatte, auch wenn er sich der Station noch weiter näherte.

Nach Abschwellen der Bewegungen während des Zuges durch die westlichen Teile des Inselgebietes kommt vom 21. ab wieder ein starkes Anwachsen von Amplitude und Periode zum Vorschein. Es ist dieses die Zeit, wo der Sturm sich der steilen Küste von Neu-Seeland, die Dünungswellen sich den Küsten der Tonga-Inseln nähert. Hierauf ist wohl die stärkere Bodenbewegung mit größter Wahrscheinlichkeit zurückzuführen. Die Entfernung Neu-Seelands von Samoa beträgt fast 3000 km, die der Tonga-Inseln über 1000 km.

In den nächsten Monaten sind die meteorologischen Nachrichten äußerst dürftig, sodaß ich nicht in der Lage bin, Vergleiche zwischen den Brandungsbewegungen und dem Zuge der Orkane aufzustellen.

Während der sturmlosen Monate Mai bis Oktober kommen bisweilen Wellen höherer Periode vor, welche in den Tabellen deutlich ihren Charakter als Störungs-Episoden im Zustande allgemeiner Ruhe erkennen lassen.

In einem Falle glaube ich die Ursache gefunden zu haben: Mitte Juli 1906 herrscht in geringen Breiten allenthalben ungestörter Passat. Südlich Tonga hingegen werden Südwestwinde von Sturmesstärke gemeldet, die den Wendekreis zwar nicht überschreiten, aber deren Dünung sich noch weit in niedrigeren Breiten fortpflanzt. Diese scheinen jene Wellen von 6 bis 8 Sekunden Periode zur Folge gehabt zu haben, die am Seismographen in Erscheinung traten.

Jene stürmischen Südwestwinde stammen offenbar aus der Zone der stetigen Westwinde. Sie sind bis zu niedrigeren Breiten vorgedrungen und durch die Gestaltung Neu-Seelands nach Norden abgebogen.

Digitized by Google

Die ausführliche Besprechung dieser Abhängigkeit der Brandungsbewegungen von den Sturmbahnen sollte einesteils den Zweck haben, die letzten Zweifel an der Richtigkeit der vertretenen Ansicht über die Entstehung der „mikroseismischen Bewegungen“ zu beseitigen, andrerseits aber auch zeigen, daß es bei gründlichen Vorstudien mittels reichlichen meteorologischen Beobachtungsmaterials und genügender Vertiefung in die angedeuteten Fragen möglich ist, in geeigneten Fällen praktischen Nutzen für Sturmwarnungen aus der Beobachtung der Brandungsbewegungen des Erdbodens zu ziehen.

Digitized by Google

Verlag der Weidmannschen Buchhandlung in Berlin.

ABHANDLUNGEN

DER KÖNIGLICHEN GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN ZU GÖTTINGEN.

Mathematisch-physikalische Klasse. Neue Folge.

I Bd. No. 1 **Koenen, A. v.**, *Ueber Fossilien der Unteren Kreide am Ufer des Mungo in Kamerun.* Mit 4 Tafeln. 4. (48 S.) 1897. 5 M.

Nachtrag dazu. 4. (S. 49 — 65 mit Tafeln V—VII.) 1898. 3 M.

I. Bd. No. 2. **Brendel, Martin**, *Theorie der kleinen Planeten.* Erster Teil. 4. (171 S.) 1898. 16 M.

I. Bd. No. 3. **Schur, W.**, *Ableitung relativer Oerter des Mondes gegen die Sonne aus heliometrischen Messungen von Sehnenlängen ausgeführt auf der Sternwarte zu Göttingen während der partiellen Sonnenfinsternisse von 1890 Juni 61/17 (Beobachter Schur, Ambronn u. Hayn) und von 1891 Juni 6 (Beobachter. Schur).* Mit 3 Plänen der Sternwarte nebst Verzeichniss der grösseren Instrumente. 4. (28 S.) 1898. 3 M.

I. Bd. No. 4. **Schur, W.**, *Vermessung der beiden Sternhaufen h und χ Persei mit dem sechszölligen Heliometer der Sternwarte in Göttingen verbunden mit einer Uebersicht aller bis zum Jahre 1900 ausgeführten Instrumentaluntersuchungen.* Mit einer Sternkarte. 4. (88 S.) 1900. 9 M.

II. Bd. No. 1. **Wiechert, E.**, *Theorie der automatischen Seismographen.* 4. (128 S.) 1903. 8 M.

II. Bd. No. 2. **Kramer, Julius**, *Theorie der kleinen Planeten. Die Planeten vom Hecuba Typus.* 4. (153 S.) 1902. 15 M.

II. Bd. No. 3. **Furtwängler, Ph.**, *Ueber das Reciprocitätsgesetz der l^{ten} Potenzreste in algebraischen Zahlkörpern, wenn l eine ungerade Primzahl bedeutet.* 4. 82 S.) 1902. 6 M.

II. Bd. No. 4. **Prasad, G.**, *Constitution of Matter and Analytical Theories of Heat.* 4. (68 S.) 1903. 6 M.

III. Bd. No. 1. **Ehlers, E.**, *Neuseeländische Anneliden* Mit 9 Tafeln. 4. (79 S.) 1904. 10 M.

III. Bd. No. 2. **Koenen, A. v.**, *Ueber die Untere Kreide Helgolands und ihre Ammonitiden.* Mit 4 Tafeln. 4. (63 S.) 1904. 4 M.

III. Bd. No 3. **Schur u. Ambronn**, *Die Messungen des Sonnendurchmessers an dem Repsoldschen 6zoll. Heliometer der Sternwarte zu Göttingen.* 4. (126 S. u. 2 Taf.) 1905. 12 M.

III. Bd. No 4. **Brendel, M.**, *Theorie des Mondes.* 4. (97 S.) 1905. 7 M.

III. Bd. No. 5. **Linke, F.**, *Luftelektrische Messungen bei 12 Ballonfahrten.* Mit 4 Tafeln 4. (40 S.) 1904. 6 M.

IV. Bd. No. 1. **Schwarzschild, K.**, *Untersuchungen zur geometrischen Optik.* I. Einleitung in die Fehlertheorie optischer Instrumente auf Grund des Eikonalbegriffs. Mit 6 Fig. 4. (30 S.) 1905. 2 M.

IV. Bd. No. 2. **Schwarzschild, K.**, *Untersuchungen zur geometrischen Optik.* II. Theorie der Spiegeltelescope. Mit 9 Fig. 4. (28 S.) 1905. 2 M.

IV. Bd. No. 3. **Schwarzschild, K.**, *Untersuchungen zur geometrischen Optik.* III. Ueber die astrophotographischen Objektive. Mit 10 Fig. 4. (54 S.) 1905. 4 M.

IV. Bd. No. 4. **Verworn, M.**, *Die archaeolithische Cultur in den Hipparionschichten von Aurillac. (Cantal).* Mit 5 Taf. 4. (56 S.) 1905. 4 M. 50 Pf

IV. Bd. No 5. **Meyermann, B.**, *Vermessung der Umgebung des Orionnebels.* 4. (47 S.) 1906. 3 M 50 Pf

V. Bd. No. 1 **Kohlschütter, E.**, *Ergebnisse der Ostafrikanischen Pendelexpedition v. J. 1899 u. 1900.* Mit 16 Tafeln u. 8 Figuren im Text 4. (VIII u. 229 S.) 1907. 26 M

V. Bd No. 2. **Schwarzschild, K.**, *Ueber die totale Sonnenfinsternis vom 30. August 1905.* Mit 5 Tafeln. 4. (73 S.) 1907. 6 M.

V. Bd. No. 3. **Kramer, J.**, *Theorie der kleinen Planeten vom Hekubatypus.* 4. (154 S.) 1907. 14 M.

V. Bd No 4. **Ehlers, E.**, *Neuseeländische Anneliden II.* Mit 16 Figuren. 4. (31 S.) 1907. 2 M

V. Bd. No 5. **Gerdien H.**, *Untersuchungen über die atmosphärischen radioaktiven Induktionen.* Mit 4 Tafeln. 4. (74 S.) 1907. 7 M.

VI. Bd. Nr. 1. **Pütter, August**, *Studien zur vergleichenden Physiologie des Stoffwechsels.* 4. (79 S.) 1908. 5 M.

VI. Bd. No. 2 **Holm, Ragnar**, *Experimentelle Untersuchungen über die geschichtete positive Glimmlichtsäule, insbesondere über das Schichtenpotential in $H_2 N_2 He$* Mit 3 Tafeln und 6 Figuren im Text. 4. (50 S.) 4 M

VI. Bd. No. 3. **Bütschli, O.**, *Untersuchungen über organische Kalkgebilde, nebst Bemerkungen über organische Kieselgebilde.* Mit 4 Tafeln u. 3 Textfiguren. 4. 1908.

VII. Bd. No. 1. *Ergebnisse der Arbeiten des Samoa-Observatoriums der Kgl Gesellschaft d. Wissenschaften zu Göttingen.* I Das Samoa-Observatorium von **Hermann Wagner**. Mit 9 Taf 4. (70 S.) 1908. 6 M

VII. Bd. No. 2. *Ergebnisse der Arbeiten des Samoa-Observatoriums der Kgl. Gesellschaft d. Wissenschaften zu Göttingen.* II. Die meteorologischen Registrierungen der Jahre 1902—1906 von **Otto Tetens** und **Franz Linke** Mit 3 Taf. u. 25 Figuren. 4. (139 S.) 1908. 12 M.

Druck der Dieterich'schen Univ.-Buchdruckerei (W. Fr. Kaestner), Gottingen.

ABHANDLUNGEN
DER KÖNIGLICHEN GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN ZU GÖTTINGEN.
MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHE KLASSE.
NEUE FOLGE BAND VII. Nro. 4.

Ergebnisse der Arbeiten
des
Samoa-Observatoriums
der
Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.

IV.

Das Klima von Samoa.

Von

Otto Tetens und Franz Linke.

Mit 7 Figuren im Text und 3 Tafeln.

Berlin,
Weidmannsche Buchhandlung.
1910.

Digitized by Google

Inhalt.

	Seite
1. Meteorologische Termin-Beobachtungen in Apia 1902—1904 von Otto Tetens	3—20
2. Ableitung klimatologischer Mittelwerte für Apia aus 17 jährigen Beobachtungen von Dr. B. Funk und 4 jährigen Registrierungen des Samoa-Observatoriums von Otto Tetens	21—32
3. Die Regen- und Temperaturverhältnisse in Samoa nach den bis Ende 1908 vom Samoa-Observatorium gesammelten Beobachtungen an 34 Stationen von Otto Tetens und Franz Linke	33—100
1) Entstehung des Beobachtungsnetzes	33
2) Klimatische Einteilung des Schutzgebietes und Beschreibung der Beobachtungsstationen	36
3) Die Regenverhältnisse	47
4) Die Temperatur (und Feuchtigkeit)	84
4. Die Windverhältnisse von Franz Linke	101—111
Anhang. Gewitter und Wetterleuchten nach den Beobachtungen von Dr. B. Funk	112—114

Tafel I. Abgeleitete mittlere Regenmenge.
Tafel II. Regenmenge auf den Meeresspiegel reduziert.
Tafel III. Abgeleitete mittlere Anzahl der Regentage.

Digitized by Google

1.

Meteorologische Termin-Beobachtungen in Apia 1902—1904

von

Otto Tetens.

Vorgelegt in der Sitzung vom 19. Juni 1909 durch Herrn H. Wagner.

Einleitung.

In der Nummer 1 und 2 dieses 7. Bandes der Abhandlungen der Gesellschaft, Neue Folge, ist über die meteorologischen Beobachtungen, die ich in den Jahren 1902 bis 1904 in Apia angestellt habe, ausführlich berichtet worden, insbesondere habe ich mit Herrn Dr. Linke zusammen alles in Bezug auf die Einrichtung der Station, die Aufstellung der Instrumente, ihre Behandlung u. s. w. wie auch über die Reduktion Wissenswerte dargelegt.

Der eine Hauptzweck, den ich mit diesen Beobachtungen verfolgte, war, für die Registrierapparate die wünschenswerte Kontrolle zu erlangen, und in dieser Beziehung ist in der genannten gemeinsamen Arbeit alles Erforderliche erwähnt worden. Der andere Zweck war, die lange Reihe von Termin-Beobachtungen, die Herr Dr. med. Funk in Apia im Laufe der seit 1890 verflossenen Jahre mit Instrumenten der Deutschen Seewarte angestellt hatte, durch eine, wenn auch nur zweijährige, Reihe ähnlicher Beobachtungen, die an einer hierfür geeigneteren Stelle gewonnen sind, ihrem großen Werte entsprechend von den Fehlern, welche mit ihrer an das Wohnhaus des Beobachters gebundenen Lokalität unvermeidlich verknüpft sind, zu befreien.

Besonders bei den Temperaturbeobachtungen sind wegen der Strahlungswirkungen, die die Hauswand ausüben muß, sowie wegen der Behinderung freier Luftzirkulation durch das Wohnhaus des Beobachters und das Nachbarhaus Störungen gegen die Aufstellung auf einer völlig freien Station unvermeidlich. Zu erwarten ist, daß die Temperatur durchweg etwas zu hoch gemessen wird.

Uebrigens hat Dr. Funk für die Thermometer sowohl den geeignetsten Platz an seinem Hause, als auch eine besonders luftige Aufstellung gewählt,

Digitized by Google

nämlich an einem mit vielen Luftklappen versehenen und an mehreren Seiten mit Leinwand bezogenen Vorbau seines Wohnhauses, das im Uebrigen in der bei den Weißen auf Samoa üblichen Art aus Holzbrettern gebaut und mit Wellblech gedeckt ist.

Die vorliegende Untersuchung wird auch auf andere tropische Stationen mit insularem Klima Anwendung finden können, vorausgesetzt, daß dort die Beobachter ebenso verständnisvoll und sorgsam bei der Aufstellung der Thermometer sind, wie Dr. Funk.

Die Beobachtungen von Dr. Funk sind von Anfang an in den Deutschen Ueberseeischen Meteorologischen Beobachtungen von der Seewarte herausgegeben. Leider sind gerade die letzten Jahrgänge nicht mehr in extenso veröffentlicht worden, vielmehr nur deren monatliche Mittelwerte und Extreme (Heft 14 der genannten Publikation). Eine Vergleichung meiner Ergebnisse mit denen von Dr. Funk auch in Bezug auf die einzelnen Beobachtungen schien wünschenswert. Ich bin der Direktion der Seewarte für Ueberlassung der reduzierten Beobachtungen der Jahre 1902 bis 1904 zum besonderen Danke verpflichtet.

Es sind jedenfalls ökonomische Gründe gewesen, die die Seewarte bestimmt haben, die bis 1899 geübte Vollständigkeit der Veröffentlichung aufzugeben. Dieselben Gründe verhindern es auch, in der vorliegenden Publikation die vollständigen Tabellen meiner Terminbeobachtungen, wie auch die abgeleiteten Einzelwerte der Differenzen gegen Dr. Funk abzudrucken. Da es für manche meteorologische und klimatologische Untersuchungen erwünscht sein kann, die Einzelwerte zu benutzen, so werden die reduzierten Monatstabellen von der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen aufbewahrt und können dort von Interessenten eingesehen werden.

Luftdruck.

Das Barometer ist auf Null Grad, auf das Meeresniveau, und auf die Schwere unter 45 Grad Breite reduziert. Zur Vervollständigung der Beobachtungsreihe, die einige durch das Befinden des Beobachters und andere Hinderungsgründe veranlaßte Lücken aufweist, wurden die Ablesungen des Barographen benutzt.

Da meine meteorologischen Ablesungen namentlich während des ersten Jahres, wo sich das Barometer in Songi, die übrigen meteorologischen Instrumente auf dem Beobachtungsplatze an der Spitze der Halbinsel Mulinuu befanden, nicht mit der wünschenswerten Pünktlichkeit zu den von Dr. Funk gewählten und innegehaltenen Terminstunden, 7a, 2p und 9p, vorgenommen werden konnten, war es nötig, meine Ablesungen so zu reduzieren, daß das Ergebnis gerade so ausfiel, als wenn ich die Termine stets hätte innehalten können. Auch zu diesem

Digitized by Google

Zwecke leistete der Barograph gute Dienste. Ich habe auf Grund der in Abhandlung II S. 100 und 101 ermittelten Abweichungen der mittleren Stundenwerte vom Tagesmittel eine Kurve in großem Maßstabe entworfen. Für die Idealstunden 7a, 2p, 9p wurden die Kurvenwerte abgelesen und sodann in der Zeit vor und nach diesen vollen Stunden diejenigen Zeiten ermittelt, deren Reduktion auf die betreffenden Terminwerte $+\frac{1}{2}$, $+1\frac{1}{2}$, $+2\frac{1}{2}$ u. s. w. ferner $-\frac{1}{2}$, $-1\frac{1}{2}$, $-2\frac{1}{2}$ u. s. w. zehntel Millimeter beträgt. Die so ermittelten Zeiten sind aus der folgenden Zusammenstellung ersichtlich.

Tafel I. Zur Reduktion des Barometers auf die Normal-Terminstunden.

7a		2p		9p	
mm	(3a 20)	mm	(0p 6)	mm	(7p 36)
+0.9		−0.8		+0.4	
	4 9		0 17		7 54
+0.8		−0.7		+0.3	
	4 54		0 27		8 11
+0.7		−0.6		+0.2	
	5 20		0 39		8 28
+0.6		−0.5		+0.1	
	5 39		0 53		8 49
+0.5		−0.4		0.0	
	5 55		1 7		9 12
+0.4		−0.3		−0.1	
	6 11		1 22		9 46
+0.3		−0.2		−0.2	
	6 25		1 38		11 34
+0.2		−0.1		−0.1	
	6 38		1 52		11p 58
+0.1		0.0		0.0	
	6 53		2 7		0a 17
0.0		+0.1		+0.1	
	7 7		2 23		0 32
−0.1		+0.2		+0.2	
	7 23		2 42		(0a 44)
−0.2		+0.3			
	7 39		3 10		
−0.3		+0.4			
	7 55		(4p 10)		
−0.4					
	8 12				
−0.5					
	8 34				
−0.6					
	(9a 38)				

Bei sehr starken Abweichungen der Ablesezeit von der Terminstunde wurde an Stelle der vorstehenden Tabelle die tatsächliche Barographenkurve des betreffenden Tages zur Reduktion benutzt.

Bei den folgenden Angaben über den Barometerstand ist stets 700mm zu ergänzen.

Digitized by Google

Tafel II. Monatliche Mittelwerte des Luftdrucks auf die gewonnenen Terminzeiten reduziert.

Jahr	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
						Für 7 a						
1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	56.3	56.4
1903	56.1	55.1	56.3	56.8	58.3	58.7	58.5	59.9	59.5	58.4	57.0	57.2
1904	57.5	57.4	57.3	57.2	58.5	59.0	59.3	59.6	59.3	58.3	56.9	57.0
Mittel	56.8	56.25	56.8	57.0	58.4	58.85	58.9	59.75	59.4	58.35	56.7	56.9
											(56.95)	(57.1)
						Für 2 p						
1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	55.3	55.1
1903	55.0	53.9	55.4	55.6	57.1	57.7	57.4	58.8	58.4	57.4	55.8	55.9
1904	56.5	56.4	56.4	56.1	57.5	57.8	58.2	58.3	58.2	57.0	55.8	55.9
Mittel	55.75	55.15	55.9	55.85	57.3	57.75	57.8	58.55	58.3	57.2	55.6	55.6
											(55.8)	(55.9)
						Für 9 p						
1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	56.5	56.2
1903	56.3	55.4	56.6	57.0	58.4	58.8	58.6	60.0	59.6	58.6	57.1	57.1
1904	57.5	57.3	57.4	57.6	58.8	59.2	59.6	59.6	59.4	58.4	57.0	57.0
Mittel	56.9	56.35	57.0	57.3	58.6	59.0	59.1	59.8	59.5	58.5	56.9	56.8
											(57.05)	(57.05)

Man findet unter jedem Monat den aus den verschiedenen Beobachtungsjahren zusammen folgenden Mittelwert. Für die Monate November und Dezember, die schon vom Jahre 1902 vorliegen, ist unter den Mittelwert aus den drei Beobachtungsjahren noch in Klammern das für die beiden Jahre 1903 und 1904 allein gültige Mittel hinzugefügt. Aus diesen Mittelwerten ergibt sich deutlich die jährliche Periode des Luftdrucks. Um diese noch etwas reiner hervortreten zu lassen, empfiehlt es sich, die erhaltenen Mittel ein wenig auszugleichen. Dabei wird man dem November 1902 und dem Dezember 1904 als den Endwerten der Beobachtungsreihe nur halbes Gewicht beilegen dürfen.

Tafel III. Ausgeglichene Werte des Luftdrucks.

Zeit	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
7 a	56.7	56.4	56.8	57.3	58.2	58.7	59.1	59.7	59.4	58.2	56.9	56.8
2 p	55.7	55.3	55.8	56.0	57.2	57.6	57.9	58.4	58.3	57.2	55.8	55.7
9 p	56.8	56.5	56.9	57.4	58.5	58.9	59.2	59.7	59.4	58.5	57.2	56.9

Um etwaige persönliche Ablesedifferenzen festzustellen, habe ich mit Dr. Funk zusammen an dem in seinem Hause befindlichen Barometer der Seewarte in den

Digitized by Google

Jahren 1903 und 1904 Vergleichs-Ablesungen vorgenommen. Diese Vergleichung ergab, in vier Gruppen von etwa je 15 bis 20 zusammengefaßt, die folgenden Werte:

	mm
1) 1903 Oktober 30 bis November 13	−0.10
2) 1903 November 14 bis November 30 . . .	0.00
3) 1903 Dezember 17 bis 1904 Januar 15 . .	−0.05
4) 1904 Januar 29 bis März 12	0.00

Wie man sieht, sind die persönlichen Auffassungsverschiedenheiten zwischen Dr. Funk und mir nicht von Belang. Die eigentliche Vergleichung ergibt also lediglich instrumentelle Abweichungen. Wie bei allen anderen wurde auch bei der Luftdruckvergleichung jede einzelne Differenz gebildet.

Tafel IV. Luftdruck. Differenzen der Beobachtungen Funk-Tetens.

Jahr	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
						7a						
1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+ 1.6	+ 1.4
1903	+ 1.5	+ 1.5	+ 1.5	+ 1.4	+ 1.3	+ 1.4	+ 1.4	+ 1.7	+ 1.5	+ 1.4	+ 1.6	+ 1.4
1904	+ 1.6	+ 1.6	+ 1.6	+ 1.5	+ 1.4	+ 1.2	+ 1.3	+ 1.3	+ 1.4	+ 1.3	+ 1.3	+ 1.4
Mittel	+ 1.55	+ 1.55	+ 1.55	+ 1.45	+ 1.35	+ 1.3	+ 1.35	+ 1.5	+ 1.45	+ 1.35	+ 1.5 (+ 1.45)	+ 1.4 (+ 1.4)
						2p						
1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+ 1.3	+ 1.3
1903	+ 1.4	+ 1.4	+ 1.4	+ 1.4	+ 1.4	+ 1.3	+ 1.3	+ 1.6	+ 1.2	+ 1.3	+ 1.6	+ 1.4
1904	+ 1.4	+ 1.5	+ 1.4	+ 1.4	+ 1.4	+ 1.4	+ 1.3	+ 1.3	+ 1.2	+ 1.3	+ 1.2	+ 1.3
Mittel	+ 1.4	+ 1.45	+ 1.4	+ 1.4	+ 1.4	+ 1.35	+ 1.3	+ 1.45	+ 1.2	+ 1.3	+ 1.4 (+ 1.4)	+ 1.3 (+ 1.35)
						9p						
1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+ 1.5	+ 1.5
1903	+ 1.4	+ 1.4	+ 1.5	+ 1.6	+ 1.6	+ 1.7	+ 1.6	+ 1.7	+ 1.6	+ 1.5	+ 1.6	+ 1.6
1904	+ 1.7	+ 1.8	+ 1.8	+ 1.5	+ 1.3	+ 1.2	+ 1.3	+ 1.2	+ 1.4	+ 1.5	+ 1.5	+ 1.5
Mittel	+ 1.55	+ 1.6	+ 1.65	+ 1.55	+ 1.45	+ 1.45	+ 1.45	+ 1.45	+ 1.5	+ 1.5	+ 1.5 (+ 1.55)	+ 1.5 (+ 1.55)
Stunde						Ausgeglichene Werte						
7a	+ 1.5	+ 1.6	+ 1.5	+ 1.4	+ 1.3	+ 1.3	+ 1.4	+ 1.5	+ 1.5	+ 1.4	+ 1.4	+ 1.4
2p	+ 1.4	+ 1.5	+ 1.4	+ 1.4	+ 1.4	+ 1.3	+ 1.3	+ 1.4	+ 1.3	+ 1.3	+ 1.4	+ 1.3
9p	+ 1.6	+ 1.6	+ 1.6	+ 1.6	+ 1.5	+ 1.4	+ 1.4	+ 1.5	+ 1.5	+ 1.5	+ 1.5	+ 1.5

Die Reduktionswerte halten sich also innerhalb der Grenzen 1.3 und 1.6 mm.

Digitized by Google

Temperatur.

Die Reduktion der Temperaturbeobachtungen geschah analog wie beim Luftdruck. Als Hauptinstrument dienten mir ein Assmann'sches Aspirationspsychrometer, sowie ein Schubert'sches Schleuderpsychrometer. Für diejenigen Zeiten, wo keines dieser beiden Instrumente abgelesen worden ist, mußte das in der meteorologischen Hütte untergebrachte nicht aspirierte Thermometer herangezogen werden. Eine spezielle Untersuchung über den Einfluß der meteorologischen Hütte auf die Temperaturablesungen ergab, daß sowohl bei schwachem wie bei starkem Winde und sowohl bei bedecktem als bei heiterem Himmel Morgens und Abends kein merklicher Unterschied zwischen dem freien Thermometer in der Hütte und dem aspirierten Thermometer draußen vorhanden war. Dagegen ergab sich für den Termin 2p, daß eine Korrektion im Betrage von −0.2 Grad an den Angaben des nicht aspirierten Thermometers anzubringen sei (vergl. Abh. 2 S. 58). Zur Ermittlung von Temperaturen, die aus Gründen verschiedener Art entweder nicht genau an dem betreffenden Termine oder überhaupt nicht abgelesen werden konnten, wurden die Thermographen-Kurven benutzt. Die Korrektion der Registrierkurvenwerte wurde aus den entsprechenden Terminen der Nachbartage abgeleitet, wo ein fehlender Termin zu ergänzen war.

Tafel V. Monatsmittel der Temperatur.

Jahr	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
						7a						
1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26.4	26.3
1903	26.0	25.7	25.5	24.9	24.2	24.4	23.5	24.0	24.0	25.2	25.4	25.1
1904	24.3	24.4	23.9	24.1	23.9	23.3	22.8	23.2	24.1	25.0	25.5	25.9
Mittel	25.15	25.05	24.7	24.5	24.05	23.85	23.15	23.6	24.05	25.1	25.8 (25.45)	25.8 (25.5)
						2p						
1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28.7	29.4
1903	28.8	28.3	29.0	28.5	29.0	28.1	28.0	28.1	28.0	28.0	27.4	27.7
1904	26.8	27.5	28.1	27.6	28.0	27.9	27.3	27.2	27.4	28.2	28.7	28.4
Mittel	27.8	27.9	28.55	28.05	28.5	28.0	27.65	27.65	27.7	28.1	28.3 (28.05)	28.5 (28.05)
						9p						
1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26.0	25.7
1903	26.4	26.1	26.0	25.3	24.8	25.0	24.3	24.8	24.1	24.9	24.9	24.7
1904	24.4	24.6	24.5	24.5	24.7	24.2	23.4	24.0	24.5	25.2	25.3	26.0
Mittel	25.4	25.35	25.25	24.9	24.75	24.6	23.85	24.4	24.3	25.05	25.4 (25.1)	25.5 (25.35)
Stunden						Ausgeglichene Werte						
7a	25.3	25.0	24.7	24.4	24.1	23.7	23.3	23.5	24.2	25.0	25.6	25.6
2p	27.9	27.9	28.4	28.2	28.4	28.1	27.7	27.6	27.7	28.1	28.3	28.3
9p	25.4	25.3	25.2	25.0	24.8	24.5	24.1	24.3	24.4	25.0	25.2	25.4

Digitized by Google

Die Vergleichung mit den Ablesungen von Dr. Funk ergibt zu Monatswerten vereinigt die folgende Darstellung:

Tafel VI. Differenzen der Beobachtungen Funk—Tetens.

Jahr	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
						7 a						
1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	− 0.2	− 0.6
1903	0.0	− 0.1	− 0.5	− 0.3	− 0.5	− 0.3	− 0.2	+ 0.0	− 0.7	− 0.1	− 0.2	− 0.3
1904	− 0.0	+ 0.1	− 0.0	+ 0.1	− 0.1	− 0.3	− 0.3	− 0.2	− 0.0	− 0.2	− 0.4	− 0.4
Mittel	0.0	0.0	− 0.25	− 0.1	− 0.3	− 0.3	− 0.25	− 0.1	− 0.35	− 0.15	− 0.3	− 0.4
											(− 0.3)	(− 0.35)
						2 p						
1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+ 0.2	+ 0.3
1903	+ 0.8	+ 1.2	+ 1.5	+ 1.4	+ 0.7	+ 0.8	+ 0.4	+ 0.6	+ 1.0	+ 0.7	+ 1.4	+ 0.6
1904	+ 1.1	+ 1.0	+ 1.1	+ 0.8	+ 1.3	+ 0.6	+ 0.4	+ 0.2	+ 0.2	+ 0.3	− 0.0	+ 0.3
Mittel	+ 0.95	+ 1.1	+ 1.3	+ 1.1	+ 1.0	+ 0.7	+ 0.4	+ 0.4	+ 0.6	+ 0.5	+ 0.5	+ 0.4
											(+ 0.7)	(+ 0.45)
						9 p						
1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+ 0.7	+ 0.9
1903	+ 0.5	+ 0.2	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.5	+ 0.4	+ 0.2	+ 0.3	+ 0.5	+ 0.6	+ 0.9	+ 1.0
1904	+ 1.1	+ 1.2	+ 1.2	+ 1.1	+ 0.9	+ 0.8	+ 0.9	+ 0.9	+ 0.9	+ 0.9	+ 0.9	+ 0.6
Mittel	+ 0.8	+ 0.7	+ 0.7	+ 0.6	+ 0.7	+ 0.6	+ 0.55	+ 0.6	+ 0.7	+ 0.75	+ 0.8	+ 0.8
											(+ 0.9)	(+ 0.8)
Stunde						Ausgeglichene Werte						
7 a	− 0.1	0.0	− 0.2	− 0.1	− 0.3	− 0.3	− 0.2	− 0.1	− 0.3	− 0.2	− 0.3	− 0.4
2 p	+ 0.9	+ 1.1	+ 1.3	+ 1.1	+ 1.0	+ 0.7	+ 0.4	+ 0.4	+ 0.6	+ 0.5	+ 0.6	+ 0.5
9 p	+ 0.8	+ 0.7	+ 0.7	+ 0.6	+ 0.7	+ 0.6	+ 0.6	+ 0.6	+ 0.7	+ 0.7	+ 0.8	+ 0.8

Hieraus ergibt sich, daß Dr. Funk des Morgens meistens einen bis um 0.4° niedrigeren Temperaturstand erhielt, während sein Thermometer des Mittags und Abends eine nicht unbeträchtlich höhere Temperatur ergab. Die Differenz beläuft sich um 2 p im Juli und August auf 0.4° und erreicht im Monat März den Betrag von 1°.2, während sie um 9 p nur zwischen 0°.6 und 0°.8 schwankt. Diese Verhältnisse werden mit dem Sonnenstande nnd dessen täglichen nnd jährlichen Veränderungen unmittelbar zusammenhängen.

In ähnlicher Weise werden anch an anderen tropischen Stellen der Erde, wo meteorologische Beobachtungen angestellt werden, Temperaturablesungen von der lokalen Anfstellung beeinflußt werden, und die für die Beobachtungen Dr. Funks wie vorstehend erhaltenen Beträge überschreiten nicht das zu erwartende Maß.

Extrem-Thermometer.

Gleichzeitig mit den übrigen Instrumenten wurden auch die Extrem-Thermometer abgelesen. Diese Ablesungen ergaben nicht nur die Extreme selbst, sondern auch den jeweiligen Stand der beiden Extrem-Thermometer. Mit Hülfe des letzteren konnte die Korrektion des Maximum-Thermometers zu $-0^{\circ}.2$, für das Minimumthermometer zu $-0^{\circ}.1$ bestimmt werden.

Beide Extrem-Thermometer zeigten vielfach Aenderungen der abgelesenen Extremwerte zwischen den Termin-Stunden, wo offenbar keine Verschärfung des wirklichen Temperatur-Extrems stattgefunden hatte. Während sich diese instrumentellen Aenderungen bei dem Minimum-Thermometer auf nur etwa ein Zehntel Grad belaufen und daher auch Ablesefehlern zugeschrieben werden können, treten beim Maximum-Thermometer vielfach Aenderungen von 2 bis 3 Zehnteln ein. In vereinzelten noch extremeren Fällen mögen diese nicht reellen Aenderungen auf Windstöße oder dergleichen mechanische außerordentliche Störungen zurückzuführen sein. Doch zeigte eine für die Monate August bis Dezember 1904 ausgeführte Untersuchung, daß die fragliche Aenderung des Maximum-Thermometers nicht unmittelbar mit der Windstärke zusammenhängt, da sie ziemlich gleichmäßig an windstillen Tagen, wie an Tagen mit mittlerer Windstärke und an stürmischen Tagen eintritt. Beim Maximum-Thermometer ist daher die Zweinhr-Ablesung auch in solchen Fällen angenommen worden, wo die Abend-Ablesung ein nm 2 bis 3 Zehntel höheres Maximum ergab. In den Fällen, wo diese Abend-Ablesung noch mehr von der Mittags-Ablesung abwich, wurde die Temperatur-Kurve zu Rate gezogen. Aehnlich war es mit dem Minimum-Thermometer bezüglich der Morgen-Ablesung; auch hier wurde die darauffolgende Mittags-Ablesung nur in solchen Fällen berücksichtigt, wo sie mehr als ein Zehntel Grad unter der Morgen-Ablesung lag.

Tafel VII. Monatsmittel der Extremtemperaturen.

Jahr	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
						Maximum						
1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30.2	30.6
1903	30.3	30.1	30.4	29.7	30.2	29.4	28.9	29.2	29.2	29.4	29.0	29.5
1904	28.7	28.8	29.3	28.9	29.1	29.2	28.8	28.4	28.5	29.6	30.3	30.3
Mittel	29.5	29.45	29.85	29.3	29.65	29.3	28.85	28.8	28.85	29.5	29.8 (29.65)	30.1 (29.9)
						Minimum						
1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	23.6	23.6
1903	24.0	23.9	23.8	23.4	22.9	23.0	22.0	22.6	21.9	22.7	23.0	22.7
1904	22.6	22.7	22.7	22.8	22.7	23.1	21.5	21.8	22.3	22.9	23.3	23.7
Mittel	23.3	23.3	23.25	23.1	22.8	22.55	21.75	22.2	22.1	22.8	23.3 (23.15)	23.3 (23.2)

Jahr	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Ausgeglichene Werte												
Maximum	29.6	29.5	29.8	29.4	29.5	29.3	28.9	28.8	28 9	29.4	29.7	30.0
Minimum	23.3	23.3	23.2	23.1	22.8	22.5	21.9	22.1	22.2	22.8	23.2	23.3

Hiernach erreichte das Maximumthermometer seinen höchsten Monatswert im Dezember, einen etwas weniger hohen im März, während das niedrigste Monatsmittel auf August fiel. Die beiden Maximalwerte sind offenbar die Folge einer verspäteten Einwirkung der beiden auf den Oktober und Februar fallenden Jahreszeiten, zu denen die Sonne auf Samoa um Mittag den Zenitpunkt erreicht. Beim Minimum zeigt der ausgeglichene jährliche Verlauf, daß die Monate zwischen den beiden höchsten Stellen mit diesen zusammen einen einzigen Gipfelpunkt im jährlichen Verlaufe hervorbringen, der sich auf 23.3 beläuft. Sein niedrigstes Monatsmittel besitzt das Minimum-Thermometer im Juli.

Was die Vergleichung mit Dr. Funk betrifft, so ergibt sich diese aus der folgenden Zusammenstellung:

Tafel VIII. Differenzen der Beobachtungen Funk—Tetens.

Jahr	Jan	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Maximum												
1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	— 0.7	— 0.6
1903	— 0.2	+ 0.3	+ 1.4	+ 1.0	+ 0.2	+ 0.2	+ 0.4	+ 0.6	+ 0 4	— 0.1	+ 0.4	— 0.6
1904	+ 0.2	+ 0.8	+ 0.8	+ 0.5	+ 1.2	+ 0.1	— 0.2	— 0.3	— 0.5	— 0.5	— 0.8	— 0.9
Mittel	0.0	+ 0.55	+ 1.1	+ 0.75	+ 0.7	+ 0.15	+ 0.1	+ 0.15	— 0.05	— 0.8	— 0.4	— 0.7
											(— 0.2)	(— 0.75)
Minimum												
1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+ 0.4	+ 0.4
1903	+ 0.7	+ 0.4	0.0	+ 0.3	0.0	+ 0.1	— 0.1	+ 0.0	— 0.1	+ 0.2	+ 0.3	+ 0.4
1904	+ 0.3	+ 0.7	+ 0.2	+ 0.6	+ 0.2	— 0.4	+ 0.1	+ 0.4	+ 0.9	+ 0.6	+ 0.7	+ 0.8
Mittel	+ 0 5	+ 0.55	+ 0.1	+ 0.45	+ 0.1	— 0.15	0.0	+ 0.2	+ 0 4	+ 0.4	+ 0.5	+ 0.5
											(+ 0.5)	(+ 0.6)
Ausgeglichene Werte												
Maximum	0.0	+ 0.6	+ 1.0	+ 0.8	+ 0.6	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.1	0.0	— 0.3	— 0.4	— 0.5
Minimum	+ 0.5	+ 0.5	+ 0.2	+ 0.4	+ 0.1	— 0.1	0.0	+ 0 2	+ 0 4	+ 0.4	+ 0.5	+ 0.5

Hiernach zeigt die Differenz bei beiden Extrem-Thermometern einen ausgesprochenen jährlichen Gang, nämlich sie erreicht beim Maximum im Dezember den niedrigsten Betrag, $-0°.5$, im März den höchsten von $+1°.0$. Beim Minimum dagegen beträgt der niedrigste Wert der Differenz $-0°.1$, im Juni, während die Monate November bis Februar den höchsten Wert mit $+0°.5$ besitzen.

Digitized by Google

Luftfeuchtigkeit.

Die Reduktion der relativen Feuchtigkeit wurde in analoger Weise mit der Temperatur vollzogen, dabei wurden die Hygrographenkurven zur Vervollständigung sowie zur Reduktion auf die Idealterminstunden herangezogen. Für diejenigen Zeiten, wo Aspirationsbeobachtungen vorlagen, wurden die relativen Feuchtigkeitswerte nach den neuen Tafeln des Kgl. Preuß. Meteorologischen Institutes, die zu diesem Zwecke bis zu 29°.9 des feuchten Thermometers weiter gerechnet worden waren, ermittelt. Für die unaspirierten Thermometer wurden die Psychrometertafeln von Jelinek, 2. Auflage, benutzt. Die Vergleichung beider Instrument-Arten zeigte, daß sie zu den Terminen 2p und 9p übereinstimmende Werte der relativen Feuchtigkeit ergaben, dagegen lieferten die aspirierten um 7a einen um 1% kleineren Wert als die nicht aspirierten in der Hütte.

Dieser letztere Betrag erklärt sich ungezwungen dadurch, daß die relative Feuchtigkeit zur Zeit der Ablesung des Aspirationspsychrometers bereits um etwa 1% herabgegangen sein wird, da eine gewisse Zwischenzeit zwischen diesen beiden Ablesungen unvermeidlich war. Des Nachmittags und Abends bewirkt diese Zwischenzeit keinen merklichen Unterschied, da die Feuchtigkeit dann nicht die starke Aenderung zeigt, wie um 7a. Für diejenigen Zeiten, zu denen keine Ablesung des aspirierten Psychrometers vorliegt, konnte daher das aus 17 Monaten abgeleitete Ergebnis, daß die Psychrometer in der Wetterhütte eine fehlerlose relative Feuchtigkeit liefern, ohne Weiteres angenommen werden.

Die vereinzelten Beobachtungslücken wurden nach dem auf Seite 63 der Abh. II mitgeteilten Verfahren aus den Registrierbeobachtungen ausgefüllt, wobei also die beiden vorgehenden und die beiden folgenden Stundenmittelwerte benutzt worden sind.

Zur Reduktion der Feuchtigkeitsbestimmung auf die genauen Terminstunden (7, 2, 9) wurde für jeden Monat nach den abgeleiteten mittleren monatlichen Stundenmittelwerten eine Kurve des täglichen Verlaufes gezeichnet und hieraus wurden dann die Beträge der Reduktion auf die Normaltermine entnommen.

Für jeden Termin finden sich die Mittelwerte für die 26 einzelnen Monate in der folgenden Zusammenstellung:

Tafel IX. Monatsmittel der relativen Feuchtigkeit.

Jahr	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
						7a						
1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	85	82
1903	88	88	88	90	89	88	88	87	84	83	87	86
1904	91	90	91	91	92	87	88	85	86	87	86	87
Mittel	89.5	89	89.5	90.5	90.5	87.5	88	86	85	85	86 (86.5)	85 (86.5)

Jahr	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
						2 p						
1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	79	73
1903	79	81	76	77	74	78	72	75	71	76	78	77
1904	81	78	76	81	80	74	74	73	77	75	74	76
Mittel	80	79.5	76	79	77	76	73	74	74	75.5	77 (76)	75 (76.5)
						9 p						
1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	87	85
1903	88	88	89	87	88	88	86	85	85	86	90	88
1904	90	91	91	91	90	84	88	85	88	86	87	87
Mittel	89	89.5	90	89	89	86	87	85	86.5	86	88 (88.5)	87 (87.5)
Stunde						Ausgeglichene Werte						
7 a	89	89	90	90	90	89	87	86	85	85	86	86
2 p	80	79	77	78	77	76	74	74	74	75	76	76
9 p	89	90	90	89	89	87	86	85	86	86	88	87

Der jährliche Gang der relativen Feuchtigkeit ist in diesen Zahlen deutlich erkennbar. Das Maximum liegt für die Morgen-Ablesung in den Monaten von März bis Mai (90 %), für die Mittagsablesung im Januar (80 %), und für die Abendablesung im Februar und März (90 %), während sich das Minimum am Morgen im September und Oktober vorfindet (85 %), des Mittags wird es durch die Monatsmittel von Juli bis September (74 %) gebildet und liegt für die Abendablesung mit 85 % im August.

Die Differenzen zwischen Dr. Funk und mir sind aus den folgenden Zusammenstellungen ersichtlich.

Tafel X. Relative Feuchtigkeit. Differenzen Funk—Tetens.

Jahr	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
						7 a						
1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+ 1	+ 6
1903	+ 1	+ 3	+ 3	+ 2	+ 2	+ 2	+ 0	+ 1	+ 4	+ 3	+ 4	+ 3
1904	+ 1	+ 0	− 0	− 1	− 2	+ 1	+ 0	+ 2	+ 0	+ 1	+ 2	+ 2
Mittel	+ 1	+ 1.5	+ 1.5	+ 0.5	0	+ 1.5	+ 0	+ 1.5	+ 2	+ 2	+ 2 (+ 3)	+ 4 (+ 2.5)

Digitized by Google

Jahr	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
						2p						
1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+1	+2
1903	−1	−1	−3	−3	−2	−3	+0	−2	−1	+0	−1	+2
1904	−0	+0	−0	−1	−5	−1	+2	+2	+1	+3	+5	+4
Mittel	−0.5	−0.5	−1.5	−2	−3.5	−2	+1.	0	0	+1.5	+2	+3
											(+2)	(+3)
						9p						
1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	−1	−1
1903	−1	+1	+1	+3	0	−1	+1	+1	−0	−1	−3	−2
1904	−3	−4	−4	−4	−4	−3	−3	−3	−5	−3	−2	−2
Mittel	−2	−1.5	−1.5	−0.5	−2	−2	−1	−1	−2.5	−2	−2	−2
											(−2.5)	(−2)
Stunde	Ausgeglichene Werte											
7a	+1	+2	+2	+1	0	+1	0	+1	+2	+2	+3	+3
2p	−0	−1	−2	−2	−3	−2	+1	0	0	+1	+2	+3
9p	−2	−2	−2	−1	−2	−2	−1	−1	−2	−2.	−2	−2

Die Differenzen zeigen also Schwankungen, die sich um 7a und 2p auf den Bereich von −3% bis +3% belaufen, während sie bei der Abendablesung nur zwischen −1% und −2% schwanken.

Windrichtung und Windstärke.

Bei der Beobachtung des Windes entbehrte ich einen Registrierapparat. Zur Reduktion meiner Windbeobachtungen auf die Terminstunden sowie auch zur Ausfüllung unbeobachtet gebliebener Termine standen mir daher keine eigenen Mittel zur Verfügung. Um die Lücken auszufüllen, — welche nicht sehr zahlreich sind — habe ich die Beobachtungen Dr. Funks benutzt. Die Windbeobachtungen sind natürlich nicht besonders exakt ausgefallen, und dies gilt namentlich von dem Termin 9p, wo die Dunkelheit außer bei Mondschein die Wahrnehmung der Windfahne sehr erschwerte, wenn nicht unmöglich machte. Ich behalf mich durch Aufhissen einer Flagge, die sich einigermaßen gegen den Nachthimmel abhob, wenn sie überhaupt durch den Wind ausgebreitet wurde. Die Stärkeschätzung geschah nach der Beaufortschen Skala.

Digitized by Google

Tafel XI. Monatsmittel der Windstärke.

Jahr	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
						7 a						
1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.0	0.9
1903	1.6	1.7	1.2	0.8	1.1	1.8	1.5	1.4	1.1	1.9	0.4	1.0
1904	1.0	1.3	1.0	1.3	1.0	1.6	1.3	2.0	1.4	1.1	0.6	1.1
Mittel	1.3	1.5	1.1	1.05	1.05	1.7	1.4	1.7	1.25	1.5	1.0 (0.5)	1.0 (1.05)
						2 p						
1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.7	3.1
1903	3.0	3.8	2.5	2.7	3.9	4.4	4.3	4.4	3.7	3.7	1.9	3.4
1904	2.6	2.3	2.0	3.0	2.3	3.7	3.6	4.6	3.7	3.6	3.3	3.8
Mittel	2.8	3.05	2.25	2.85	3.1	4.05	3 95	4.5	3.7	3.65	3.0 (2.6)	3.4 (3.6)
						9 p						
1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.5	1.0
1903	1.5	1.7	1.1	1.0	1.0	1.4	1.2	1.6	0 8	1.2	0.2	1.1
1904	1.1	0.8	0.5	1.5	1.1	1.6	1.1	2.1	1.6	1.0	0.9	1.3
Mittel	1.3	1.25	0 8	1.25	1.05	1.5	1.15	1.85	1.2	1.1	0.9 (0.55)	1.1 (1.2)
Stunde						Ausgeglichene Werte						
7 a	1.3	1.4	1.2	1.0	1.1	1.6	1.5	1.6	1.4	1.3	0.8	1.0
2 p	3.0	2.8	2.4	2.7	3.2	4.0	3.9	4.3	4.0	3.5	2.9	3.2
9 p	1.3	1.2	0.9	1.0	1.3	1.5	1.4	1.6	1.4	0.9	0.6	1.1

Die Zusammenstellung läßt die tägliche und besonders die jährliche Periode deutlich hervortreten. Bezüglich der täglichen Periode geben die drei Termine natürlich nur unvollkommenen Anfschluß, dagegen habe ich bisweilen Anfang und Ende des täglichen Passatwindes sowie sonstige auffallende Windverhältnisse notiert.

Was die jährliche Periode der Windstärke betrifft, so sind bei allen drei Terminen im Gange der Monatsmittel Maxima in den Monaten August und Juni zu finden. Auch die beiden Minima liegen bei den drei Terminen nahezu in denselben Jahreszeiten, nämlich für die Morgenbeobachtung im November (0.8) und im April (1.0), für die beiden übrigen Termine im November (2.9 resp. 0.6) und im März (2.4 resp. 0.9).

Die Vergleichung mit Dr. Funks Beobachtungen kann in Bezug auf den Wind nicht die Bedeutung beanspruchen, wie bei den bisher behandelten Elementen, denn einerseits ist die Abweichung der Beobachtungszeiten vielfach doch

Digitized by Google

so beträchtlich gewesen, daß dazwischen wesentliche Windänderungen anzunehmen sein werden, anderseits ist auch bei gleichzeitiger Beobachtung eine gewisse nach Größe und Vorzeichen unregelmäßig wechselnd anzunehmende tatsächliche Differenz wahrscheinlich, da die Wohnung Dr. Funks dem Insel-Massiv etwa 1 Kilometer näher liegt als mein Beobachtungsplatz in Mulinuu. Trotzdem teile ich hier auch für die Windstärke die erhaltenen monatlichen Mittelwerte unserer Differenz mit.

Tafel XII. Windstärke. Differenzen der Beobachtungen Funk—Tetens.

Jahr	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
						7a						
1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+ 0.1	+ 0.3
1903	+ 0.2	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.5	+ 0.1	— 0.4	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.2	+ 0.6	+ 0.4
1904	+ 0.4	+ 0.1	+ 0.1	— 0.1	+ 0.1	+ 0.0	+ 0.1	— 0.2	+ 0.2	+ 0.6	+ 0.6	+ 0.2
Mittel	+ 0.3	+ 0.15	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.1	— 0.2	+ 0.15	— 0.05	+ 0.2	+ 0.4	+ 0.4	+ 0.3
											(+ 0.6)	(+ 0.3)
						2p						
1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+ 0.2	+ 0.1
1903	+ 0.2	+ 0.1	— 0.1	+ 0.4	— 0.5	— 0.4	— 0.2	— 0.0	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.3	— 0.2
1904	— 0.3	+ 0.3	+ 0.2	— 0.5	+ 0.0	— 0.1	+ 0.1	— 0.6	— 0.1	0	— 0.1	— 0.7
Mittel	— 0.05	+ 0.2	+ 0.05	— 0.05	— 0.25	— 0.25	— 0.05	— 0.3	0.0	+ 0.1	+ 0.4	— 0.3
											(+ 0.1)	(— 0.45)
						9p						
1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	— 0.4	+ 0.3
1903	+ 0.4	+ 0.2	0.0	+ 0.3	+ 0.2	+ 0.4	+ 0.4	+ 0.4	+ 0.5	+ 0.6	+ 0.8	+ 0.5
1904	+ 0.3	+ 0.7	+ 0.5	+ 0.2	+ 0.0	— 0.2	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.4	+ 0.4	+ 0.3
Mittel	+ 0.35	+ 0.45	+ 0.25	+ 0.25	+ 0.1	+ 0.1	+ 0.3	+ 0.25	+ 0.35	+ 0.5	+ 0.3	+ 0.4
											(+ 0.6)	(+ 0.4)
Stunde						Ausgeglichene Werte						
7a	+ 0.3	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.1	— 0.1	+ 0.1	0.0	+ 0.2	+ 0.4	+ 0.5	+ 0.3
2p	— 0.1	+ 0.1	+ 0.0	— 0.1	— 0.2	— 0.2	— 0.1	— 0.2	0.0	+ 0.1	+ 0.1	— 0.2
9p	+ 0.3	+ 0.4	+ 0.3	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.3	+ 0.3	+ 0.4	+ 0.4	+ 0.5	+ 0.4

Die Werte überschreiten nicht eine halbe Einheit der Beaufortschen Skala. Morgens und Abends notiert Dr. Funk durchschnittlich stets eine größere Windstärke, Mittags meistens eine etwas kleinere. Die Differenzen besitzen in der Regenzeit eine positivere Tendenz als in der Passatzeit.

Digitized by Google

Bewölkung.

Die Bewölknng ist in der üblichen Weise in Zehnteln der sichtbaren Himmelsfläche ansgedrückt. In Bezng anf die Lücken und die Abweichung von den Terminstunden gilt hier dasselbe wie für den Wind. Ich bemerke noch, daß die oberen und unteren Wolken getrennt notiert worden, aber in den Monatstabellen in der üblichen Weise zu einer Gesamt-Bewölkungsziffer vereinigt wiedergegeben sind.

Tafel XIII. Monatsmittel der Bewölkung.

Jahr	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
						7 a						
1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.3	5.4
1903	6.6	7.1	6.6	6.6	5.3	4.6	4.9	4.6	4 3	5.8	6.3	6.7
1904	7.3	6.5	5.1	7.1	5.4	4.6	5.2	5.2	5.0	4.9	5 2	6.5
Mittel	6.95	6.8	5.85	6.85	5.35	4.6	5.05	4.9	4.65	5.35	5.9 (5.75)	6.2 (6.6)
						2 p						
1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7.3	6.6
1903	7.1	7.8	7.5	6.9	4.8	5.7	4.6	5.5	5.5	6.8	7.6	7.6
1904	7.9	6.8	7.3	7.3	6.3	5.1	5.8	5.7	5.8	5.7	6.5	7.3
Mittel	7.5	7.3	7.4	7.1	5.55	5.4	5.2	5.6	5.65	6.25	7.1 (7.05)	7.2 (7.45)
						9 p						
1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.8	5.1
1903	6.0	5.0	5.9	6.2	4.8	5.1	4.3	4.7	3.9	5.9	5.8	6.7
1904	6.1	6.0	4.7	7.6	4.1	3.4	2.9	4.4	4.7	5.1	4.3	7.0
Mittel	6.05	5.5	5.3	6.9	4.45	4.25	3.6	4.55	4.3	5.5	5.3 (5.05)	6.3 (6.85)
Stunde						Ausgeglichene Werte						
7 a	6.9	6.8	6.0	6.7	5.4	4.7	5.0	4.9	4.7	5.3	5.8	6.3
2 p	7.5	7.3	7.4	7.1	5.6	5.3	5.2	5.6	5.7	6.2	7.1	7.2
9 p	6.0	5.5	5.4	6.7	4.6	4.2	3.7	4.5	4.4	5.4	5.2	6.1

In fast allen Monaten ist die Bewölknng am Abend am geringsten, während sie um 2 p stets bedentender als am Morgen und Abend ist. Die Passatmonate heben sich sehr deutlich von den Regenmonaten ab, indem die mittlere Bewölkung für keinen Regenmonat geringer ist als für irgend einen Passatmonat. Was die Vergleichung mit Dr. Funk betrifft, so ist auch hier der Vorbehalt gültig, den ich bei der Behandlung des Windes gemacht habe.

Tafel XIV. Bewölkung. Differenzen Funk—Tetens.

Jahr	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
						7a						
1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+ 0.1	+ 0.6
1903	+ 0.5	+ 0.3	+ 0.2	+ 0.4	+ 0.6	+ 0.6	+ 0.2	— 0.0	+ 0.6	+ 0.2	— 0.1	+ 0.3
1904	+ 0.6	+ 0.6	+ 0.6	+ 0.4	+ 0.0	— 0.2	— 0.1	+ 0.5	+ 0.5	+ 0.6	+ 1.1	+ 1.0
Mittel	+ 0.55	+ 0.45	+ 0.4	+ 0.4	+ 0.3	+ 0.2	+ 0.05	+ 0.25	+ 0.55	+ 0.4	+ 0.4	+ 0.6
											(+ 0.5)	(+ 0.65)
						2p						
1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+ 0.2	— 0.5
1903	+ 0.5	+ 0.2	+ 0.3	+ 0.5	+ 0.8	+ 0.5	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.6	0.0	+ 0.1	+ 0.3
1904	+ 0.4	+ 1.2	+ 0.3	+ 0.8	— 0.0	+ 0.2	+ 0.3	+ 0.6	+ 0.3	+ 0.7	+ 0.5	+ 0.8
Mittel	+ 0.45	+ 0.7	+ 0.3	+ 0.65	+ 0.4	+ 0.35	+ 0.25	+ 0.35	+ 0.45	+ 0.35	+ 0.3	+ 0.2
											(+ 0.3)	(+ 0.55)
						9p						
1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+ 0.5	+ 0.4
1903	— 0.1	+ 0.4	— 0.8	+ 0.6	+ 0.1	+ 0.7	+ 0.1	— 0.1	+ 0.0	— 0.2	+ 0.5	+ 0.3
1904	+ 0.7	+ 0.6	+ 0.6	+ 0.5	+ 0.7	+ 0.7	+ 0.5	+ 1.1	+ 0.8	+ 0.1	+ 0.4	+ 0.0
Mittel	+ 0.3	+ 0.5	— 0.1	+ 0.55	+ 0.4	+ 0.7	+ 0.3	+ 0.5	+ 0.4	— 0.05	+ 0.5	+ 0.2
											(+ 0.45)	(+ 0.15)
Stunde						Ausgeglichene Werte						
7a	+ 0.5	+ 0.4	+ 0.4	+ 0.4	+ 0.3	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.3	+ 0.5	+ 0.4	+ 0.5	+ 0.6
2p	+ 0.5	+ 0.6	+ 0.4	+ 0.5	+ 0.4	+ 0.4	+ 0.3	+ 0.4	+ 0.4	+ 0.4	+ 0.3	+ 0.3
9p	+ 0.3	+ 0.4	+ 0.1	+ 0.4	+ 0.5	+ 0.6	+ 0.1	+ 0.4	+ 0.3	+ 0.1	+ 0.4	+ 0.3

Die sämtlichen Werte besitzen das positive Vorzeichen, und erreichen in einzelnen Monaten den Maximalbetrag von 0.6.

Niederschlag.

Ueber die Niederschlagsbeobachtung befinden sich eingehende Mitteilungen in der Abh. V dieser Veröffentlichungen. In den Monatstabellen sind die ermittelten stündlichen Regenmengen in der Weise zu Tagessummen vereinigt, daß sie von 7 Uhr morgens bis 7 Uhr morgens gelten, da Dr. Funk den Regenmesser der Seewarte stets um 7a abgelesen hat.

Digitized by Google

Tafel XV. Monatssummen des Niederschlages.

Jahr	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	200.0	107.9
1903	364.8	701.7	160.0	361.8	123.1	258.4	74.5	95.2	183.2	324.9	300.7	184.7
1904	648.8	632.0	277.0	450.5	174.5	119.1	107.3	103.5	208.2	149.8	166.3	256.7
Mittel	506.8	666.8	218.5	406.1	148.8	188.7	90.9	99.3	195.7	237.3	222.3	183.1
											(233.5)	(220.7)

Die Differenzen unserer Beobachtungen ergeben sich wie folgt.

Tafel XVI. Differenzen Fnnk—Tetens.

Jahr	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+ 40.9	+ 11.2
1903	— 38.0	— 240.6	+ 17.2	+ 32.9	+ 13.0	+ 30.2	+ 2.3	+ 12.9	— 26.8	+ 55.2	— 25.8	+ 108.6
1904	— 26.6	+ 36.6	+ 4.7	+ 104.0	— 4.9	+ 10.3	+ 17.7	+ 37.3	+ 22.1	+ 11.7	+ 37.9	+ 76.7
Mittel	— 32.2	— 102.0	+ 11.0	+ 68.4	+ 4.0	+ 20.2	+ 10.0	+ 24.8	— 2.3	+ 33.4	+ 17.7	+ 65.5
											(+ 6.0)	(+ 92.6)

Gerade beim Regen spielt die Verschiedenheit unserer Beobachtungsplätze mit Bezug auf die Insel Upolu eine so wesentliche Rolle, daß die Vergleichung und Reduktion keine unmittelbare praktische Bedeutung besitzen würde. Die Regenfälle gehen vielfach in Strichen vor sich, die ihre Hauptausdehnung parallel zur Inselaxe besitzen, und daher in der Richtung senkrecht auf die Inselaxe schon in ganz geringen Ortsverschiedenheiten sehr erhebliche und gänzlich unregelmäßige Niederschlagsverschiedenheiten zur Folge haben müssen.

Digitized by Google

2.

Ableitung klimatologischer Mittelwerte für Apia

aus 17jährigen Beobachtungen von Dr. B. Funk und 4jährigen Registrierungen des Samoa-Observatoriums

von

Otto Tetens.

Vorgelegt in der Sitzung vom 19. Juni 1909 durch Herrn H. Wagner.

Wie schon in der vorhergehenden Untersuchung erwähnt, war ein Hauptzweck der Terminbeobachtungen, die ich von 1902 bis 1904 angestellt habe, mit Hilfe der langjährigen Beobachtungen Dr. Funks klimatologische Mittelwerte für Apia abzuleiten. Die Beobachtungen Dr. Funks sind von der Deutschen Seewarte berechnet worden und befinden sich in den folgenden Heften der Deutschen überseeischen meteorologischen Beobachtungen veröffentlicht.

Beobachtungen von	1890		in Heft	5	Seite 130
„ „	1891		„ „	6	„ 45
„ „	1892		„ „	7	„ 34
„ „	1894 und	1895	„ „	9	„ 24
„ „	1896 bis	1899	„ „	12	„ 68
„ „	1900 „	1904	„ „	14	„ 37

Bei der vorstehenden Bearbeitung, insbesondere der Jahre 1903 und 1904, wo gleichzeitige Terminbeobachtungen auf dem Samoa-Observatorium vorlagen, stellte sich eine größere Anzahl von fehlerhaften Angaben heraus, wovon im folgenden ein Verzeichnis gegeben wird.

Digitized by Google

1890	Dezbr.	F	7 a	lies	88	statt	84
1892	Febr.	F	2 p	„	78	„	76
	Sept.	F	2 p	„	80	„	87
	Okt.	b	7 a	„	60.2	„	58.1
1893	Jan.	b	9 p	„	58.7	„	57.7
	März	b	9 p	„	60.0	„	58.0
	Juni	t	9 p	„	24.8	„	26.5
	Sept.	t	9 p	„	24.2	„	22.5
1895	Dezbr.	t	9 p	„	25.9	„	26.6
1896	Mai	F	2 p	„	78	„	79
1899	Okt.	b	2 p	„	59.4	„	57.7
1903	März	w		„	6.6	„	6.3
	April	F	2 p	„	74	„	72
	Mai	b	2 p	„	58.4	„	56.8
	Mai	b		„	59.3	„	58.8
	Juni	F	7 a	„	90	„	89
	Juni	F		„	59	„	54
	Juni	t	7 a	„	24.0	„	24.2
	Novbr.	r		„	23.2	„	23.9
	Dezbr.	f	7 a	„	1.3	„	1.0
	Dezbr.	f		„	2.0	„	1.9
1904	Mai	b	9 p	„	60.1	„	60.4
	Mai	b		„	59.6	„	59.7
	Juni	F	7 a	„	88	„	87
	Juni	F		„	59	„	53
	Juni	t	7 a	„	22.9	„	23.1
	Juni	t		„	25.3	„	25.4

Die Versehen bei der Dunstspannung sind in Vorstehendem nicht berücksichtigt worden, sie folgen aus den Aenderungen der Temperatnr nnd der relativen Feuchtigkeit.

Heranziehung der Registrierbeobachtungen auf Mulinnu.

Zur Ableitung klimatologischer Mittelwerte schien es nicht auszureichen, die Differenzen der gleichzeitigen Beobachtungen auf Mulinnu und von Dr. Funk, wie im vorhergehenden Teile dieser Arbeit geschehen, festzustellen, und damit Reduktionsgrößen abzuleiten, die an den Ablesungen von Dr. Funk angebracht, diese so modifizieren müßten, als wenn sie während der langjährigen Dauer seiner Beobachtungen von 1890 an auf Mulinnu angestellt worden wären. Vielmehr schien es außerdem noch wünschenswert, die Registrierbeobachtungen von Mulinnn heranzuziehen, nm auf diese Weise den Beobachtungsbereich von den drei Einzelablesungen zn den Terminen 7 a, 2 p und 9 p auf das ganze 24 stündige Gesamtmittel des Tages zu erweitern.

Für die Elemente der Temperatnr nnd des Luftdrucks ist bereits in der Arbeit über die Registrierbeobachtungen (Abh. 2 S. 83 u. 106) für die verschiedenen Monate des Jahres die Reduktion von dem Mittel aus den drei Terminen auf das 24 stündige Gesamtmittel abgeleitet worden. Hierbei waren die Termin-

Digitized by Google

werte nach der Lagrangeschen Interpolationsformel aus den Stundenmitteln berechnet worden. Da bei der Reduktion der Registrierbeobachtungen für die Jahre 1902 bis 1904 die dreimaligen Ablesungen von mir zugrunde gelegt waren, so ist von vornherein anzunehmen, daß die dort abgeleiteten Reduktionen auf das 24stündige Mittel sehr nahe mit denen übereinstimmen werden, die man erhält, wenn man die Terminbeobachtungen selbst dabei zugrunde legt. Nach der Bearbeitung der Registrierbeobachtungen waren indessen an den Terminbeobachtungen noch kleine Aenderungen angebracht worden: Wie bereits früher erwähnt worden ist, hat sich für die Mittagsablesungen herausgestellt, daß das aspirierte Thermometer durchschnittlich um etwa 0.2° tiefer, als das in der Wetterhütte hängende nicht aspirierte gezeigt hat, während morgens und abends nur ganz unerhebliche Differenzen vorgekommen sind. Es schien zweckmäßig, in allen den Fällen, wo das aspirierte Thermometer nicht benutzt werden konnte, die Angaben des nicht aspirierten bei den Terminbeobachtungen von 2 p um 0.2° zu verkleinern.

Ferner ist bereits im ersten Teil dieser Arbeit ausgeführt worden, in welcher Weise die Terminbeobachtungen auf die genauen Terminstunden reduziert worden sind. Diese Reduktion war für die Auswertung und Bearbeitung der Registrierungen selbst nicht erforderlich, da hierfür Abweichungen von einer halben oder selbst einer ganzen Stunde von den Idealterminen ohne Bedeutung waren.

Endlich beziehen sich jene Zusammenstellungen in Abhandlung 2 auf die Gesamtzeit von 1902 bis 1906, während der Zeitraum, für den gleichzeitige Terminbeobachtungen auf Mulinuu und von Dr. Funk vorlagen, nur die Jahre 1902 bis 1904 umfaßte.

Wegen dieser drei Umstände war es nicht zu vermeiden, die Untersuchung über die Abweichungen der Terminmittel von den 24 stündigen Mitteln für die neureduzierten Terminablesungen, wie sie im Vorstehenden abgedruckt sind, aufs Neue durchzuführen. Diese Gelegenheit wurde auch dazu benutzt, die 24 stündigen Mittel mit einer endgültigen Korrektion zu versehen, welche deswegen wünschenswert schien, weil bei der Bearbeitung der Registrierkurven die verhältnismäßig unsicheren Ablesungen des Beobachters an dem arbeitenden Registrierinstrumente benutzt worden sind, die sich sehr wohl um zwar kleine aber nicht unwesentliche Beträge auch in den monatlichen Mittelwerten von den unter Benutzung der abgelesenen stündlichen Mittelwerte interpolierten Einzelordinaten unterscheiden können.

Zunächst handelt es sich also um die aus den letztgenannten Ursachen wünschenswerte Ableitung von verbesserten 24stündigen Monatsmitteln unter Zugrundelegung der berechneten endgültigen Terminmittel für die Monate November 1902 bis Dezember 1904. Hierbei wurde folgendes Verfahren eingeschlagen. Nach der Lagrangeschen Interpolationsformel wurde für jede der drei Terminstunden aus den ihr zunächstliegenden vier registrierten Monatsmitteln der registrierte Momentanwert des Monatsmittels berechnet. Auf diese Weise ergab sich für jeden der drei Termine je eine Differenz zwischen dem

abgelesenen Monatsmittel und dem registrierten Monatsmittel. Zur Verbesserung der Registrierwerte schien es zweckmäßig, für jeden Monat eine konstante Korrektion und eine Verbesserung des Skalenwertes als Unbekannte einzuführen, sodaß jeder Monat drei Gleichungen mit zwei Unbekannten lieferte. Nach der Methode der kleinsten Quadrate ergaben sich hiernach die beiden Korrektionen ohne besondere Mühe. Die konstante Korrektion wurde auf das 24 stündige Mittel bezogen. Man erhält dann das berichtigte 24 stündige Mittel einfach durch Anbringung dieser Korrektion an das vorher angenommene 24 stündige Mittel. Falls man nur die Verbesserung des angenommenen Monatsmittels zu kennen wünscht, ist also die Verbesserung des Skalenwertes garnicht einmal erforderlich. Zur Verbesserung der einzelnen Stundenmittel ist sie aber nötig, man hat dann die Abweichung des betreffenden Stundenmittels von dem Gesamtmittel als Argument zu nehmen, welches mit der Skalenkorrektion zu multiplizieren ist. Diese ist übrigens ohne nennenswerte Mehrarbeit neben dem konstanten Korrektionsbetrage abzuleiten.

Die gefundenen Verbesserungen halten sich durchgehends in den zu erwartenden engen Grenzen. Durch diese Reduktion ist erreicht worden, daß sich die abgeleiteten monatlichen Mittelwerte nach den Registrierbeobachtungen so gut an die Monatsmittel der drei Terminstunden anschließen, als es unter Annahme solcher für jeden Monat konstanten Korrektionen des 24 stündigen Mittelwertes und des Skalenwertes möglich ist. Berechnet man mit den gefundenen Werten dieser beiden Größen aufs neue die einzelnen Stundenmittel und aus diesen wiederum durch Interpolation die für die Terminstunden gültigen Momentanwerte, oder — was dieselben Ergebnisse liefern muß —, bringt man an den vorher berechneten drei Momentanwerten die Verbesserungen an, welche sich für sie aus den für jeden Monat ermittelten beiden Größen ergeben, so erhält man also die schließliche Darstellung der drei Ablesungsmittel durch die Registrierungen. Die drei hierbei immerhin noch verbleibenden sehr geringen Abweichungen könnte man in einfacher Weise etwa durch eine Sinuskurve zum völligen Verschwinden bringen. Hierdurch würde die tägliche Periode des betreffenden Elementes — es handelt sich bei diesen Untersuchungen stets um die Beobachtungen der Temperatur, der relativen Feuchtigkeit und des Luftdruckes — zwar noch ein wenig geändert werden, indeß fragt sich doch, ob eine solche Aenderung sachlich begründet wäre. Da außerdem hierdurch die Mittelwerte nicht beeinflußt würden, wollen wir von der Verfolgung einer solchen Endkorrektion absehen, stellen indessen die dazu erforderlichen einfachen Formeln im Folgenden zusammen:

$$\text{I.}\quad c_h = x + s\,.\sin(h-y)$$

$$\text{II.}\quad \begin{cases} c_{14} - c_7 = s\,.[\sin(14-y) - \sin(7-y)] \\ c_{21} - c_{14} = s\,.[\sin(21-y) - \sin(14-y)] \end{cases}$$

$$\text{III.}\quad \frac{c_{14} - c_7}{c_{21} - c_{14}} = \frac{\sin(14-y) - \sin(7-y)}{\sin(21-y) - \sin(14-y)} = Q.$$

Digitized by Google

In Vorstehendem bedeutet c die mit Hülfe der gesuchten Kurve wegzuschaffende Korrektion, der Index bezeichnet die Tagesstunde, von Mitternacht an gezählt; diese Stunde ist im Allgemeinen mit h bezeichnet. Von den drei Unbekannten bezeichnet x das konstante Glied, y in Stunden die Zeit zwischen 0 und 12 Uhr, zu welcher die gesuchte Kurve ihre mittlere Höhenlage passiert; und z, positiv oder negativ, die erste größte Abweichung von ihrer mittleren Lage, welche die Kurve darauf erreicht.

Aus der Gleichung III ergibt sich die folgende Tabelle zur Berechnung von y aus Q:

Q	y
+ 1.32	1.6
+ 1.00	2.0
+ 0.76	2.4
+ 0.57	2.8
+ 0.41	3.2
+ 0.27	3.6
+ 0.14	4.0
+ 0.03	4.4
— 0.08	4.8
— 0.18	5.2
— 0.28	5.6
— 0.39	6.0
— 0.49	6.4
— 0.60	6.8
— 0.72	7.2
— 0.85	7.6
— 1.00	8.0
— 1.18	8.4

Falls sich der Quotient Q nach seinem absoluten Betrage größer als 1 ergibt, so entnimmt man mit dem reziproken Werte von Q aus der obigen Tabelle y, indem man den gefundenen Wert von $16\,h$, oder — bis zum Betrage von 4.0 — von 4 h, abzieht. Mit dem gefundenen y ergeben sich dann z und x ohne Mühe aus den Gleichungen II und I.

Temperatur.

Die Seewarte gibt in Uebereinstimmung mit dem allgemeinen Gebrauche das Tagesmittel der Temperatur nach der Formel

$$A_m = \frac{A_7 + A_2 + 2A_9}{4}.$$

Hiernach sind also auch die für unsere Zwecke in Betracht kommenden Mittel gebildet worden. Sie ergeben sich, wie folgt:

Digitized by Google

	1902	1903	1904
Januar		26.91	24.98
Februar		26.56	25.29
März		26.62	25.24
April		26.02	25.18
Mai		25.74	25.33
Juni		25.64	24.88
Juli		25.00	24.24
August		25.42	24.61
September		25.04	25.12
Oktober		25.74	25.90
November	26.75	25.62	26.20
Dezember	26.77	25.55	26.56

Die Reduktion der vorstehenden Werte auf die 24 stündigen Mittelwerte ergibt sich wie folgt:

	1902	1903	1904	Mittel 1902/04
Januar		+ 0.11	+ 0.23	+ 0.17
Februar		+ 0.22	+ 0.24	+ 0.23
März		+ 0.23	+ 0.36	+ 0.30
April		+ 0.21	+ 0.34	+ 0.28
Mai		+ 0.33	+ 0.27	+ 0.30
Juni		+ 0.26	+ 0.40	+ 0.33
Juli		+ 0.28	+ 0.33	+ 0.30
August		+ 0.27	+ 0.35	+ 0.31
September		+ 0.28	+ 0.17	+ 0.22
Oktober		+ 0.13	+ 0.14	+ 0.14
November	+ 0.01	+ 0.06	+ 0.21	+ 0.11
Dezember	+ 0.14	+ 0.32	+ 0.16	+ 0.22

Bei der Mittelbildung haben die Endwerte, November 1902 und Dezember 1904, halbes Gewicht bekommen.

Die vorstehenden Ergebnisse stimmen recht gut mit den in Heft 2 dieses Bandes auf Seite 83 zusammengestellten überein, die durchschnittliche Abweichung davon beträgt etwa 0.05°, der jährliche Verlauf zeigt dasselbe Bild.

Relative Feuchtigkeit.

Bei der relativen Feuchtigkeit wird, ebenso wie beim Luftdruck, von der Seewarte das Tagesmittel nach der Formel abgeleitet

$$A_m = \frac{A_7 + A_2 + A_9}{3}.$$

Hiernach sind die folgenden Mittelwerte berechnet worden:

Digitized by Google

	1902	1903	1904
Januar		84.9	87.2
Februar		85.6	86.4
März		84.5	86.2
April		85.2	87.8
Mai		83.6	87.1
Juni		84.6	82.0
Juli		82.1	83.1
August		82.4	80.9
September		80.1	83.7
Oktober		81.8	82.9
November	83.5	84.9	82.6
Dezember	80.2	83.4	83.3

Die Reduktion der vorstehenden Werte auf 24stündige Mittelwerte ergibt sich wie folgt:

	1902	1903	1904	Mittel 1902/04
Januar		— 0.5	— 0.5	— 0.5
Februar		— 0.3	— 0.2	— 0.2
März				(— 0.2)
April				(— 0.5)
Mai		— 0.4	— 1.4	— 0.9
Juni		— 0.6	— 0.5	— 0.6
Juli		— 0.4	— 0.6	— 0.5
August		— 0.5	— 1.2	— 0.8
September		— 0.5	— 0.4	— 0.4
Oktober		+ 0.2	+ 0.1	+ 0.2
November	+ 0.3	+ 0.5	— 0.6	0.0
Dezember	— 0.2	— 0.2	+ 0.1	— 0.1

Auch hier ist die Uebereinstimmung zwischen den vorstehenden Mittelwerten und den auf Seite 87 des 2. Heftes dieses Bandes gegebenen Mittelwerten recht gut, insbesondere geben auch dort die Monate Oktober und November die größten positiven Beträge. Während der Monate März und April sind aus früher mitgeteilten Gründen die Registrierungen des Hygrographen nicht benutzt worden. Die Reduktionswerte für diese beiden Monate sind daher interpoliert worden.

Luftdruck.

Ebenso wie bei den früheren Elementen geben wir zunächst die Mittel aus den drei Terminmitteln für die Ablesungen:

	1902	1903	1904
Januar		755.80	757.15
Februar		54.79	57.05
März		56.11	57.06
April		56.48	56.95
Mai		57.94	58.26
Juni		58.41	58.66

	1902	1903	1904
Juli		58.17	59.06
August		59.56	59.16
September		59.16	58.96
Oktober		58.14	57.92
November	756.06	56.65	56.55
Dezember	55.92	56.75	56.63

Als Redaktion auf das 24 stündige Mittel folgt

	1902	1903	1904	Mittel 1902/04
Januar		— 0.17	0.00	— 0.08
Februar		— 0.02	— 0.01	— 0.02
März		— 0.00	+ 0.02	+ 0.01
April		— 0.02	+ 0.05	+ 0.02
Mai		+ 0.03	+ 0.06	+ 0.04
Juni		+ 0.13	+ 0.06	+ 0.10
Juli		+ 0.06	+ 0.08	+ 0.07
August		+ 0.01	+ 0.02	+ 0.02
September		— 0.07	— 0.05	— 0.06
Oktober		— 0.08	— 0.06	— 0.07
November	— 0.16	— 0.10	— 0.11	— 0.12
Dezember	— 0.09	— 0.08	— 0.10	— 0.09

Auch diese Reduktionswerte sind in guter Uebereinstimmung mit den auf Seite 106 des 2. Heftes mitgeteilten Werten.

Ableitung endgültiger Mittelwerte.

Wir sind nunmehr in der Lage, hinsichtlich dieser drei Elemente, der Temperatur, der relativen Feuchtigkeit und des Luftdruckes, einheitliche Mittelwerte für die Zeit von 1890 bis 1906 abzuleiten. Von den Jahren 1905 und 1906 sind die Beobachtungen Dr. Funks noch nicht veröffentlicht worden. Die Registrierbeobachtungen, die während dieser beiden Jahre in Mulinun angestellt worden sind, können aber hinsichtlich dieser drei Elemente als vollgültiger Ersatz dienen, weil die Reduktion ohne Zweifel für diese beiden Jahre nur ganz unwesentlich von den beiden vorhergehenden Jahren verschieden gewesen sein kann, für die wir sie im Vorstehenden genau abgeleitet haben. Die Redaktion der 24 stündigen Registriermittel auf das Mittel aus den drei Terminablesungen ist mit den vorher angegebenen Werten, ermittelt für die Jahre 1902 bis 1904 — aber natürlich mit entgegengesetzten Vorzeichen —, ausgeführt worden. Die Redaktion des Mittels aus den drei Terminablesungen in Mulinun auf die Dr. Funks ist mit den Werten vorgenommen, die sich aus den im ersten Teile dieser Arbeit gegebenen Einzelwerten für die drei Termine ergeben. Die für Januar und Dezember erhaltenen Werte dieser Reduktionen sind ein wenig gegeneinander ausgeglichen worden, um den Jahreskreislauf zum Anschluß zu bringen, im übrigen sind die Werte unverändert benutzt worden. Somit ergaben sich

Digitized by Google

die folgenden Werte als Gesamtreduktion von den Registrierungen auf das System Dr. Fnnks und diese Werte sind an den Monatsmitteln der Registrierungen der Jahre 1905 und 1906 angebracht worden.

Reduktion der Registrierungen auf das System von Dr. Fnnk.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
						Temperatur, hundertel Grad.						
R_9-R_{24}	−22	−23	−30	−28	−30	−33	−30	−31	−22	−14	−11	−17
$F-R_9$	+56	+62	+61	+55	+52	+40	+31	+38	+41	+46	+50	+50
$F-R_{24}$	+34	+39	+31	+27	+22	+ 7	+ 1	+ 7	+19	+32	+39	+32
						Relative Feuchtigkeit, %.						
R_9-R_{24}	+0.4	+0.2	+0.2	+0.5	+0.9	+0.6	+0.5	+0.8	+0.4	−0.2	0.0	+0.2
$F-R_9$	−0.0	−0.2	−0.5	−0.7	−1.8	−0.8	0.0	+0.2	−0.2	+0.5	+0.7	+1.1
$F-R_{24}$	+0.4	0.0	−0.3	−0.2	−0.9	−0.2	+0.5	+1.0	+0.2	+0.3	+0.7	+1.3
						Luftdruck, mm.						
R_9-R_{24}	+0.09	+0.02	−0.01	−0.02	−0.04	−0.10	−0.07	−0.02	+0.06	+0.07	+0.12	+0.08
$F-R_9$	+1.48	+1.53	+1.53	+1.47	+1.40	+1.37	+1.37	+1.47	+1.37	+1.37	+1.47	+1.45
$F-R_{24}$	+1.57	+1.55	+1.52	+1.45	+1.36	+1.27	+1.30	+1.45	+1.43	+1.44	+1.59	+1.53

Auf der folgenden Seite geben wir nun zunächst die monatlichen Mittelwerte aus den drei Terminbeobachtungen Dr. Fnnks von 1890 bis 1906, wobei die beiden letzten Jahre in der eben gedachten Weise ergänzt worden sind.

Nunmehr ist es mit Hilfe der abgeleiteten Reduktionswerte ein Leichtes, diese Reihen der drei Beobachtungselemente so darzustellen, als wären sie in der freien Anfstellung auf dem Observatoriumsplatze an der Spitze der Halbinsel Mulinnn angestellt worden statt am Hause von Dr. Fnnk. Zu dieser Reduktion werden nun die in der zuletzt gegebenen Zusammenstellung wiedergegebenen Werte mit umgekehrten Vorzeichen benutzt nnd wir erhalten nunmehr die folgenden beiden Zusammenstellungen, in denen erstens für die gesamte Reihe von Jahren der mittlere jährliche Verlauf in Monatsmitteln ersichtlich ist und zweitens der Gesamtverlauf der drei Elemente in ihren Mitteln von Jahr zu Jahr.

Digitized by Google

Monatliche Mittelwerte im System Dr. Funks.

Jahr	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
					A. Temperatur.							
1890	25.7	26.0	25.9	25.4	25.3	24.9	23.9	24.6	26.0	25.9	25.9	26.1
91	26.4	26.0	26.0	25.6	25.2	24.8	23.9	24.6	25.0	26.0	25.9	25.8
92	25.6	26.2	26.3	25.8	24.9	25.0	24.4	25.0	24.8	25.6	25.2	25.4
93	25.2	25.3	25.7	24.5	24.2	25.2	24.5	24.6	24.8	25.0	25.4	25.6
94	25.7	25.6	25.6	26.0	25.1	25.0	24.2	25.2	25.6	26.2	25.7	25.8
95	25.7	25.0	25.7	25.8	26.1	25.0	24.8	24.8	24.7	25.4	25.4	26.3
96	25.8	26.1	25.8	25.5	25.8	24.4	23.2	24.6	25.5	26.2	25.5	26.5
97	26.5	26.3	26.8	26.4	25.6	25.8	25.2	25.7	25.3	26.0	25.9	26.7
98	25.9	25.9	25.6	26.0	25.6	25.3	26.1	25.5	26.0	26.0	25.8	26.4
99	25.8	26.2	26.1	26.3	25.7	24.8	25.4	25.2	26.2	26.2	26.6	26.4
1900	27.1	27.1	26.6	26.4	25.4	24.8	24.9	25.6	26.2	26.7	26.5	26.5
01	27.1	26.7	26.6	27.0	26.6	25.4	25.7	25.2	25.9	25.9	26.6	26.9
02	26.7	27.1	26.8	26.4	26.5	25.3	25.6	25.1	25.6	26.3	27.1	27.1
03	27.3	27.0	27.0	26.3	26.0	26.0	25.2	25.7	25.4	26.2	26.3	26.1
04	25.8	26.2	26.1	25.9	26.1	25.3	24.7	25.0	25.6	26.4	26.5	26.8
05	26.8	27.2	26.8	26.4	25.7	25.0	24.9	24.9	25.3	26.3	26.3	26.3
06	27.6	27.3	27.2	27.1	26.3	25.6	25.2	25.7	26.1	26.3	26.2	26.7
					B. Relative Feuchtigkeit.							
1890	90	89	89	87	86	84	83	81	82	83	85	84
91	85	87	85	86	85	84	81	83	82	82	84	87
92	89	87	87	88	89	88	84	84	86	85	87	88
93	85	88	86	85	84	82	82	83	84	83	86	83
94	86	87	88	87	85	85	88	82	84	85	88	88
95	90	90	89	89	85	89	87	87	86	85	86	87
96	89	89	89	88	84	85	83	82	83	86	85	88
97	87	87	84	88	85	86	84	85	86	85	87	87
98	89	87	87	87	87	86	84	85	82	84	86	85
99	88	86	85	88	87	84	84	83	87	83	84	88
1900	85	87	90	85	83	82	85	79	83	83	85	85
01	87	87	87	85	84	82	81	79	83	84	85	84
02	87	87	84	86	84	82	80	80	79	82	84	82
03	84	87	85	85	84	84	83	82	81	82	85	84
04	86	85	85	86	83	81	83	81	82	83	84	85
05	85	87	81	87	80	81	85	82	83	81	81	81
06	82	80	81	84	82	84	83	82	82	81	85	85
					C. Luftdruck.							
1890	57.3	57.0	58.4	58.7	60.0	60.1	60.9	61.2	60.3	59.2	57.6	56.9
91	57.8	56.0	58.4	58.9	59.5	60.0	59.9	60.9	60.9	60.2	59.1	57.8
92	57.7	57.5	58.0	58.6	59.6	60.0	60.5	60.8	60.1	59.9	57.4	57.9
93	58.3	58.2	59.6	59.5	60.7	60.7	61.3	61.6	61.3	59.9	59.7	57.5
94	58.3	59.0	59.2	59.5	59.4	60.2	61.0	59.1	60.4	60.2	58.0	58.1
95	57.5	59.1	58.8	59.9	60.4	59.6	59.4	59.5	60.0	59.5	59.5	56.9
96	58.4	58.0	57.5	58.5	59.6	59.6	59.6	60.6	60.4	60.0	59.0	57.1
97	57.6	58.1	58.2	58.3	60.1	60.0	60.4	60.8	60.6	60.3	57.9	57.7
98	57.3	57.2	58.1	58.6	59.7	59.0	59.6	60.7	60.4	60.2	57.0	57.8
99	58.5	58.8	59.1	58.3	59.0	60.0	59.8	59.8	59.6	60.3	58.6	56.9
1900	56.4	58.0	56.3	59.2	59.9	59.7	60.1	60.0	60.2	59.4	58.5	56.4
01	56.7	57.9	58.2	59.1	59.1	60.5	59.9	60.4	61.0	60.2	59.3	57.3
02	57.9	57.4	58.5	58.4	59.2	59.4	59.7	59.8	60.3	59 9	57.5	57.3
03	57.2	56.2	57.6	58.0	59.3	59.8	59.4	61.3	60.6	59.5	58.3	58.2
04	58.7	58.7	58.7	58.4	59.6	59.9	60.3	60.4	60.3	59.3	57.9	58.1
05	57.0	56.2	57.4	59.1	59.0	59.4	59.3	59.9	60.4	58.7	58.6	58.0
06	56.4	57.0	58.5	58.6	59.1	59.7	59.8	60.5	60.2	59.3	58.1	58.0

Digitized by Google

Monatsmittel 1890—1906.

	Jannar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	Oktbr.	Novbr.	Dezbr.	Gesamt-mittel
Temperatur.													
System Dr. Funk	26.28	26.31	26.27	26.05	25.65	25.15	24.81	25.12	25.53	26.04	26.05	26.32	25.79
Reduktion	— 34	— 39	— 31	— 27	— 22	— 7	— 1	— 7	— 19	— 32	— 39	— 32	— 24
System Mulinuu	25.94	25.92	25.96	25.78	25.43	25.08	24.80	25.05	25.34	25.72	25.66	26.00	25.55
Relative Feuchtigkeit.													
System Dr. Funk	86.7	86.9	86.0	86.5	84.5	84.1	83.5	82.4	83.2	83.4	85.1	85.4	84.8
Reduktion	— 0.4	0.0	+ 0.3	+ 0.2	+ 0.9	+ 0.2	— 0.5	— 1.0	— 0.2	— 0.3	— 0.7	— 1.3	— 0.2
System Mulinuu	86.3	86.9	86.3	86.7	85.4	84.3	83.0	81.4	83.0	83.1	84.4	84.1	84.6
Luftdruck.													
System Dr. Funk	757.59	57.66	58.26	58.80	59.60	59.86	60.05	60.43	60.41	59.76	58.35	57.52	759.03
Reduktion	— 1.57	— 1.55	— 1.52	— 1.45	— 1.36	— 1.27	— 1.30	— 1.45	— 1.43	— 1.44	— 1.59	— 1.53	— 1.46
System Mulinuu	756.02	56.11	56.74	57.35	58.24	58.59	58.75	58.98	58.98	58.32	56.76	55.99	757.57

Jahresmittel.

	1890	91	92	93	94	95	96	97	98	99	1900	01	02	03	04	05	06	Gesamt-mittel
Temperatur.																		
System Dr. Funk	25.47	25.43	25.36	25.00	25.46	25.39	25.41	26.02	25.84	25.91	26.15	26.30	26.30	26.21	25.87	25.99	26.44	25.79
Reduktion = — 0.24																		
System Mulinuu	25.23	25.19	25.11	24.76	25.24	25.15	25.17	25.78	25.60	25.67	25.91	26.06	26.06	25.97	25.63	25.75	26.20	25.55
Relative Feuchtigkeit.																		
System Dr. Funk	85.2	84.2	86.8	84.2	86.1	87.5	85.9	85.9	85.8	85.6	84.3	84.0	88.1	83.8	83.7	82.8	82.6	84.8
Reduktion = — 0.2																		
System Mulinuu	85.0	84.0	86.6	84.0	85.9	87.3	85.7	85.7	85.6	85.4	84.1	83.8	82.9	83.6	83.5	82.6	82.4	84.6
Luftdruck.																		
System Dr. Funk	758.97	59.12	59.00	59.86	59.37	59.18	59.02	59.17	58.63	59.06	58.68	59.13	58.78	58.78	59.19	58.58	58.77	759.03
Reduktion = — 1.46																		
System Mulinuu	757.51	57.66	57.54	58.40	57.91	57.72	57.56	57.71	57.17	57.60	57.22	57.67	57.32	57.32	57.73	57.12	57.31	757.57

Während sich die Korrektionen für Temperatur und relative Feuchtigkeit in geringen Grenzen bewegen — sie bleiben bei der Temperatur unter 0.4°, bei der relativen Feuchtigkeit ist 1.3% der größte Reduktionswert — fällt auf den ersten Blick der erhebliche Korrektionsbetrag für den Luftdruck auf, der im Jahresmittel −1.46 mm beträgt. Die Größe dieser Reduktion erklärt sich aber durch den Umstand, daß die Beobachtungen auf dem Samoa-Observatorium auf den Meeresspiegel sowohl, als auch auf die Normalschwere unter 45° Breite reduziert worden sind, während die Seewarte in ihren Veröffentlichungen der überseeischen meteorologischen Beobachtungen diese beiden Korrektionen nicht angebracht hat. Die Reduktion auf den Meeresspiegel beträgt für das Quecksilberbarometer bei Dr. Funk etwa +0.3 mm, die Schwerekorrektion hat den Betrag von etwa −1.7 mm, sodaß sich eine Gesamtkorrektion von etwa −1.4 mm ergibt, welche an den Ablesungen Dr. Funks anzubringen wäre, um sie auf das von uns gewählte System (Mulinnu) zu reduzieren. Das Jahresmittel, welches wir zu −1.46 mm abgeleitet hatten, ist also in guter Uebereinstimmung mit dem zu erwartenden Reduktionsbetrage.

Für die drei klimatischen Elemente, der Temperatur, der relativen Feuchtigkeit und des Luftdruckes, ist damit die lange Reihe der sorgsamen Beobachtungen Dr. Funks in der wünschenswerten Weise verwertet worden. Was die übrigen Elemente betrifft, so liegen mit Ausnahme des Regens keine Registrierbeobachtungen in Mulinnu für die Vergleichsjahre 1902 bis 1904 vor. Für den Regen ist diese Vergleichszeit aber ohne Zweifel etwas zu kurz, um bei seiner außerordentlichen Unregelmäßigkeit und lokalen Verschiedenheit eine Reduktion von dem Beobachtungsplatze Dr. Funks auf den des Samoa-Observatoriums zu erlauben. Immerhin erscheint es von Interesse, die Beobachtungen Dr. Funks auch hinsichtlich des Regens, sowie ferner des Windes und der Bewölkung für die Gesamtdauer seiner Beobachtungen fehlerfrei zusammenzustellen. Da Dr. Funk in den Jahren 1907 und 1908 einen längeren Urlaub in Deutschland verbracht hat, bietet der Abschluß des Jahres 1906 einen passenden Moment, um die bis dahin verlaufenen 17 Jahre seiner Beobachtungen übersichtlich zusammenzustellen.

Digitized by Google

3.

Die Regen- und Temperaturverhältnisse in Samoa

nach den bis Ende 1908 vom Samoa-Observatorium gesammelten Beobachtungen an 34 Stationen

bearbeitet von

Otto Tetens und Franz Linke.

Vorgelegt in der Sitzung vom 12. Februar 1910 durch Herrn H. Wagner.

1) Die Entstehung des Beobachtungsnetzes.

Die Samoa-Inseln waren schon im 18. Jahrhundert und zu Beginn des 19. Jahrhunderts von einzelnen Seefahrern berührt worden, die erste dauernde Besiedelung durch Weiße geschah aber erst in den dreißiger Jahren des vorigen Jahrhunderts, als sich dort Missionare der verschiedenen Bekenntnisse niederließen. Sie sind es auch gewesen, denen wir, obwohl die nächsten Jahrzehnte bald stärkeren Zuzug von weißen Seefahrern, Händlern und Pflanzern brachten, die wissenschaftliche Erschließung der Inselgruppe zunächst verdanken. Auch meteorologische Beobachtungen haben sie angestellt und so existiert eine Beobachtungsreihe aus den Jahren 1845—1858, die auf dem Seminar der Londoner Missionsgesellschaft in Malua gewonnen ist. Auch die Deutsche Handels- und Plantagen-Gesellschaft der Südsee-Inseln zu Hamburg, die Erbin der großen Firma Godeffroy, erkannte die Bedeutung regelmäßiger meteorologischer Beobachtungen, insbesondere des Regens, für die Beurteilung der Pflanzungsverhältnisse. So finden wir denn bereits in den Jahren 1882—1888 eine ununterbrochene Reihe von Regenmessungen auf der Kaffeepflanzung von Utumapu.

Digitized by Google

Als im März 1889 ein Orkan mehrere deutsche und fremde Kriegsschiffe im Hafen von Apia vernichtete, ergab sich auch im Interesse der Seefahrer, insbesondere der Reichsmarine, die Notwendigkeit, dem Klima Samoas erhöhte Aufmerksamkeit zu schenken. Die Deutsche Seewarte fand in der Person des Herrn Dr. med. Funk den geeigneten Mann, um eine fortlaufende meteorologische Beobachtungsreihe durchzuführen. Diese Reihe beginnt Anfang 1890.

Die ersten Anfänge eines meteorologischen Netzes datieren seit Beginn der 90er Jahre, als die zunehmende Ausdehnung der Pflanzungen der schon vorher genannten Firma sie dazu veranlaßte, vier Stationen auf ihrer Mulifanua-Pflanzung und je eine auf ihren beiden anderen Hauptpflanzungen, Vailele und Vaitele, anzulegen.

Nachdem die beiden Hauptinseln der Samoagruppe im Jahre 1900 der alleinigen deutschen Herrschaft anheimgefallen waren, erblickte es der Kaiserliche Gouverneur, Herr Dr. Solf, als im Interesse der Entwicklung des ihm anvertrauten Schutzgebietes liegend, daß auf einer Reihe von Plätzen beider Inseln meteorologische Beobachtungen angestellt würden. Während seines Heimatsurlaubes im Jahre 1902 besorgte Herr Dr. Solf daher in Deutschland einige Instrumente, insbesondere 6 Hellmannsche Tropen-Regenmesser.

In demselben Jahre errichtete die Kgl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen ihr Samoa-Observatorium. Obwohl andere Beobachtungen den Anstoß zu dieser Expedition gegeben hatten, bewilligte die Gesellschaft dem ausgesandten Observator die zu den wichtigsten meteorologischen Beobachtungen erforderlichen Instrumente, insbesondere auch einen registrierenden Hellmannschen Regenmesser. Als Aufstellungsort fand sich am geeignetsten die Spitze der Halbinsel Mulinuu. Nähere Einzelheiten hierüber findet man im ersten und zweiten Hefte dieses Bandes.

Die Ansiedler, denen der Gouverneur die von ihm besorgten Instrumente übergeben hatte, und später das Gouvernement selbst, ersuchten den Vorsteher des Samoa-Observatoriums wiederholt um Instruktionen sowie um Rat bei der Beschaffung ferncrer Instrumente zur Vervollständigung des geplanten Beobachtungsnetzes. Im Jahre 1903 und 1904 fanden darauf bezügliche Besprechungen zwischen dem Observator und einigen anderen, vom Gouverneur eingeladenen Herren statt. Da der Hellmannsche Tropen-Regenmesser bei Regenfällen unter einem halben Millimeter am nächsten Morgen häufig keinen Regen erkennen ließ, wurde der Seewarten-Regenmesser, wie ihn Dr. Funk seit Anfang 1890 bediente, statt des allerdings erheblich billigeren Hellmannschen gewählt. Auch einige Thermometer, Extremthermometer und Psychrometer, besorgte die Seewarte. Im Dezember 1904 betraute der Gouverneur das Samoa-Observatorium mit der Einrichtung und Beaufsichtigung des meteorologischen Netzes auf Samoa. Der bisherige Observator machte daher vor seiner Heimkehr nach Deutschland in den Monaten Februar und März 1905 eine Rundreise im Schutzgebiet, um die neubeschafften Instrumente zu verteilen, die bestehenden Stationen zu besichtigen und die Beobachter zu unterweisen.

Digitized by Google

Im Jahre 1903 hatte der Geheime Regierungsrat Professor Dr. Wohltmann das Schutzgebiet bereist, um die Pflanzungsverhältnisse zu untersuchen. Er wies in einem vor seiner Abreise gehaltenen öffentlichen Vortrage nachdrücklich auf die Notwendigkeit klimatologischer Beobachtungen, insbesondere von Regenmessungen hin. Hierdurch wurde eine Reihe von Pflanzern veranlaßt, teils sich um die Gouvernements-Instrumente zu bemühen, teils sich auf eigene Rechnung solche zu beschaffen. Auch die letztgenannte Kategorie stellte ihre Instrumente meistenteils unter die Aufsicht des Samoa-Observatoriums und lieferte die Ergebnisse monatlich bei dem Observatorium ein. Die Deutsche Handels- und Plantagen-Gesellschaft der Südsee-Inseln zu Hamburg erklärte im Laufe des Jahres 1905 für ihre Stationen ebenfalls den Beitritt zu dem so ins Leben gerufenen Samoanischen Beobachtungsnetz.

Das Netz wurde in diesem und den folgenden Jahren von dem jeweiligen Vorsteher des Samoa-Observatoriums auf Rundreisen inspiziert und in Einzelnem wo es nötig schien, verändert und weiter ausgebaut.

Bei der Auswahl von Beobachtungsstellen konnte auf Samoa von einer gleichmäßigen Verteilung des Netzes über den gesamten Flächenraum der beiden Hauptinseln nicht die Rede sein. Da es sich um freiwillig anzustellende Beobachtungen handelte, kam überhaupt nur eine kleine Anzahl williger, intelligenter und zuverlässiger Herren als Beobachter in Frage.

Die Vertreter der Missionsgesellschaften sind vielfach auf Berufsreisen von ihrer Station abwesend und dann oft ohne einen Ersatz. Immerhin wäre es wünschenswert, wenn an solchen Missionsplätzen, auf denen beständig wenigstens ein Missionar anwesend ist, fortlaufend meteorologische Beobachtungen angestellt werden könnten.

Der größte Teil der Beobachter wird von Pflanzern und Händlern gebildet. Von der ersteren Kategorie sind es außer einer größeren Anzahl selbständiger Besitzer kleinerer Pflanzungen die Verwalter und Aufseher größerer Gesellschaftspflanzungen, insbesondere, wie erwähnt, die der großen Hamburger Firma (D. H. & P. G.). Die meisten von den als Beobachter fungierenden Händlern sind Stationsvorsteher dieser Firma.

Die Verteilung des meteorologischen Beobachtungsnetzes steht also in unmittelbarem Zusammenhange mit der Verteilung der weißen Ansiedler im Schutzgebiete. Hieraus erklärt sich von selbst, daß das Beobachtungsnetz von Savaii ein viel weitmaschigeres ist als das auf der Insel Upolu, denn selbst vor 1905 gab es auf der über 1600 qkm großen Insel Savaii nur etwa 30 Weiße. Der im Jahre 1905 ausgebrochene Vulkan, der noch heute ununterbrochen seine Lava bis ins Meer hin sendet, hat nicht nur mehrere Eingeborenen-Dörfer verschüttet, sondern auch Ansiedelungen von Weißen entweder völlig zerstört oder wenigstens derartig beschädigt, daß sich die Fortsetzung des Pflanzungsbetriebes nicht mehr gelohnt hätte und daher mehrere dieser auf Nordost-Savaii gelegenen Pflanzungen aufgegeben werden mußten. Gerade dieser von dem Vulkan heimgesuchte Teil von Savaii war es aber gewesen, welcher zur Anlage von Pflanzungen bevorzugt war.

Was die Insel Upoln betrifft, so erstreckte sich der Zuzug neuer Pflanzer, insbesondere in den ersten Jahren nach der deutschen Besitzergreifung, fast ausschließlich auf das in der Nachbarschaft von Apia gelegene mittlere Gebiet der Nordhälfte. Die übrigen Teile der Insel sind etwa ebenso spärlich von weißen Ansiedlern besetzt, wie die Insel Savaii im ganzen.

Da die Regenverhältnisse für das Gedeihen der Pflanzungen und somit auch von Handel und Wandel überhaupt von der größten Bedeutung sind, kann es nicht auffallen, daß die Regenmessungen unter den meteorologischen Beobachtungen derart den Hauptplatz einnehmen, daß keine der meteorologischen Stationen vorhanden ist, die nicht Regenmessungen ausführte.

Wie bereits erwähnt, sind in dem meteorologischen Beobachtungsnetz auf Samoa Regenmesser verschiedener Art vertreten. Neuere Untersuchungen haben gelehrt, daß der Einfluß solcher Verschiedenheiten nicht sehr groß sein kann. Systematische Fehler werden also hierdurch nicht hervorgerufen sein. Es sei daher hier nur kurz erwähnt, daß auf den Stationen der Deutschen Handels- und Plantagen-Gesellschaft (D. H. & P. G.) ein von dieser Firma eingeführtes Modell englischen Ursprungs benutzt worden ist, im folgenden kurz nur als Firmen-Regenmesser bezeichnet. Der von Dr. Funk benutzte und ebenso die seit 1903 eingeführten Regenmesser sind nach der Angabe der Deutschen Seewarte konstruiert und in folgendem kurz als Seewarten-Regenmesser bezeichnet. Einige im Jahre 1902 von dem Kaiserlichen Gouverneur besorgte Regenmesser sind Hellmannsche Tropen-Regenmesser.

Es hat sich leider nicht ermöglichen lassen, das Beobachtungsmaterial in extenso zu veröffentlichen. Jedoch wird jeder Interessent durch Vermittlung der Kgl. Gesellschaft der Wissenschaften in Göttingen auch nach Jahrzehnten noch Einsicht darin erhalten können. Dasselbe gilt von allen andern Beobachtungen des Samoa-Observatoriums.

2) Klimatische Einteilung des Schutzgebietes und Beschreibung der Beobachtungsstationen.

Um dem Leser gleichzeitig mit der Beschreibung der Stationen einen Ueberblick über die klimatischen Verschiedenheiten von Samoa und deren Abhängigkeit von den topographischen und Windverhältnissen zu geben, müssen wir einige allgemeine Ergebnisse vorwegnehmen, deren Begründung erst in den folgenden Abschnitten ausführlich gegeben werden kann.

Mitten im Großen Ozean, der etwa ein Drittel der ganzen Erdoberfläche ausmacht, gelegen, 4000 km von Australien, doppelt so weit von Amerika entfernt, von Monsuneinflüssen vollständig unberührt, stellt Samoa den Typus des tropisch-ozeanischen Klimas dar. Im Südwinter liegt die Inselgruppe, deren

Digitized by Google

Breite zwischen $13^1/_2{}^0$ und 14° S. beträgt, vollständig im Bereiche des ständigen Südostpassates, während im Südsommer die äquatorialen Windstillen mit ihren Orkanen die Herrschaft besitzen. Nördliche Winde sind in dieser Jahreszeit, welche gleichzeitig die Regenzeit darstellt, verhältnismäßig häufig.

Nun liegt die vorwiegende Erstreckung Samoas — wie so vieler durch Reihenvulkane entstandener Inselgruppen — in der Richtung des Passatwindes, der hier im Mittel aus ESE, um die Mitte des Jahres jedoch oft aus SSE weht. Der bei der geringen nordsüdlichen Erstreckung verhältnismäßig hohe Gebirgskamm trennt dann die südliche Luvseite scharf von der nördlichen Leeseite, sodaß die Trockenzeit auf der Nordseite doppelt stark zur Geltung kommt.

Im Südsommer ist hingegen die Südhälfte meist Leeseite, was jedoch durch die ergiebigeren Niederschläge der Regenzeit nicht deutlich zur Geltung gelangt.

Auf Grund dieser Betrachtungen und in Berücksichtigung der vorher erwähnten Ansiedelungsverhältnisse halten wir demnach in meteorologischer Beziehung die folgende Einteilung des Schutzgebietes für zweckmäßig:

I) Ost-Upolu
II) Pflanzungsbezirk Apia
III) Mittel-Samoa, bestehend aus West-Upolu und Ost-Savaii
IV) Nord-Savaii
V) West-Savaii
VI) Ganz Süd-Samoa, bestehend aus Süd-Savaii und Süd-Upolu.

Beschreibung der einzelnen Distrikte.

I. Ost-Upolu.

Dieser Bezirk ist der unzugänglichste und unbekannteste Teil der Insel. Nur in seiner nordwestlichen Ecke, die an den Pflanzungsbezirk Apia stößt, besitzt er einige zu Pflanzungen geeignete Gegenden. Der insbesondere im mittleren Teile von Upolu scharf ausgesprochene Kamm löst sich hier im Osten in einzelne Bergzüge und ein Gewirre von Einzelbergen auf, das allmählich nach der Ostküste hin an Schroffheit verliert und sich dorthin ebenso wie nach der Südküste ziemlich sanft abdacht. Die Küstenstrecke, welche — von der Südostspitze der Insel, dem Kap Tapanga, an — die Landschaften Aleipata und Nord-Atua umfaßt, ist in ihren mittleren Teilen wegen ihrer Steilheit und Unzugänglichkeit wenig von Weißen besucht. Sie enthält dort mehrere tief einschneidende Buchten, an denen auf flachen Strandstellen einige Eingeborenendörfer spärlichen Platz gefunden haben. Die tiefste der Buchten ist die Fangaloa-Bucht, die etwa 5 km ins Innere eindringt, von hohen Bergrücken eingefaßt. Diese Buchten von Ost-Upolu bilden unzweifelhaft den imposantesten Teil der ganzen samoanischen Küste. Wie fast ganz Samoa sind auch diese steilen Bergrücken und die im Hintergrunde der Buchten in der Ferne erscheinenden teils sanft geschwungenen, teils zackig aufragenden Gipfel des Inneren von dichtem Urwald bedeckt, in dem das Auge hie und da einen Wasserfall als hellen Silberfaden herabgleiten sieht.

Digitized by Google

1. Aleipata: Ost-Upolu. Die Station liegt bei dem Filialhaus der D.H. & P.G. bei dem Eingebornen-Dorfe Vailoa, etwa 2 km nördlich von dem Kap Tapanga, das die eigentliche Ostspitze von Upolu bildet, und sich gegen die größte von den vier vorgelagerten Inselchen, Nuutele, hin erstreckt. Der Strand ist dort flach, die Entfernung der Station davon beträgt nur wenige Meter. Der Regenmesser war seit Februar 1905 einer von der Seewarte, vorher war dort bereits ein Firmen-Regenmesser in Gebrauch gewesen; er stand verhältnismäßig frei.

Die Regenmessungen sind von den Vertretern der Firma ausgeführt worden, zuerst von Herrn Gladding, welchem Ende November 1905 Herr Krüger folgte. Dieser übernahm auch an eigenen Instrumenten noch andere meteorologische Ablesungen, die bei der dem Passatwinde entgegengesetzten Lage dieser Beobachtungsstation besonderes Interesse besitzen müssen. Die Regen-Beobachtungen umfassen die Jahre 1905 bis 1908; sie wurden morgens und abends um 6 Uhr ausgeführt.

2. Solaua: Nordost-Upolu. Die Station befand sich auf der ca. 5 km inlands von dem Stranddorfe Salnafata gelegenen Pflanzung der Samoa-Kautschuk-Kompagnie in einer Höhe von etwa 300 m über dem Meeresspiegel. Der Regenmesser stand gut; Hellmannscher Regenmesser.

Beobachter waren die dort wohnenden Beamten der Kompagnie. Die Regenmessungen umfassen ohne bedeutende Lücken die Jahre 1905 bis 1908. Der Regen wurde einmal, später zweimal täglich gemessen. Auch wurden andere meteorologische Beobachtungen angestellt.

3. Lufilufi: Nordost-Upolu. Der Beobachtungsplatz befindet sich auf der Wesleyanischen Missionsstation bei der Ortschaft Lufilufi. Die Entfernung vom Strande beträgt etwa 100 m, die Höhe über dem Meeresspiegel etwa 20 m. Die Anstellung des Regenmessers war gut; Seewarten-Regenmesser.

Beobachter war zuerst Missionar Bembrick, dem Herr Cbnrchward auf dem Posten folgte. Es wurden auch Temperatur- und Windbeobachtungen angestellt. Die Beobachtungen umfassen die Zeit vom Februar 1905 bis Ende 1908 mit unbeträchtlichen Lücken. Der Regen wurde zweimal täglich, nämlich morgens und abends 6 Uhr, gemessen.

II. Pflanzungsbezirk Apia.

Der mittlere Teil von Nord-Upolu wird gegen Süden von dem scharf begrenzten Kamm der Insel abgeschlossen, die Nordgrenze bildet die See. Als Abschluß nach Osten wählt man am besten einen der senkrecht vom Hauptkamme zum Meere hin führenden Bergzüge z. B. den Letongoberg, der ziemlich schroff gegen das Meer hin abfällt. Er bildet die Ostgrenze der Vailelepflanzung. Die Westhälfte dieses Pflanzungsbezirkes ist von schrofferen Bergzügen frei. Als Eckpfeiler erscheint hier der erloschene Kraterberg Tofna, dessen Meridian wir als Westgrenze dieses Bezirkes betrachten können. Er trifft die Küste etwa

Digitized by Google

bei dem Hauptorte Leulumoenga. Die Osthälfte dieses Bezirkes ist schon verhältnismäßig stark mit Pflanzungen bedeckt. Auch von der Westhälfte ist ein großer Teil im Besitze der D. H. & P. G., indes sind davon nur ganz vereinzelte Stellen als Pflanzungen ausgelegt. Die Eingeborenen haben ihre Dörfer auch hier wie in ganz Samoa (mit wenigen Ausnahmen) ausschließlich in unmittelbarer Nähe der Küste; ihre Pflanzungen erstrecken sich allerdings oft eine größere Anzahl von Kilometern ins Hinterland. Auch in dem am dichtesten mit Pflanzungen besetzen Ostteile dieses Bezirkes bildet aber immer noch der Urwald den überwiegenden Teil der Bodenbedeckung, und dem Reisenden, der sich zu Schiffe der Bucht von Apia nähert, stellt sich die ganze Oberfläche der Insel Upolu wie mit grünem Urwald überzogen dar. Nur der Saum des Landes wird von Kokospalmen gebildet, unter denen hie und da ein weiß gestrichenes Haus oder eine unscheinbare Eingeborenenhütte hervorblickt. Der Kamm der Erhebungen von Upolu besitzt in dem mittleren Teile der Insel eine durchschnittliche Höhe von etwa 700 m mit einzelnen Erhebungen bis über 1000 m.

4. Sunga. Die Station befindet sich bei dem Verwalterwohnhause der Vailele-Pflanzung der D. H. & P. G. in geringer Entfernung vom Strande und in einer Meereshöhe von etwa 20 m. Der Regenmesser stand ziemlich frei von Bäumen; Firmen-Regenmesser.

Beobachter war der Verwalter der Pflanzung, Herr Kapitän a. D. Hufnagel. Die Messungen umfassen die Jahre 1891—1892 und 1897—1908. Sie sind morgens und abends 6 Uhr ausgeführt.

5. Utumapu. Die Station liegt auf dem zur Vailele-Pflanzung der D. H. & P. G. gehörigen, früher als Kaffeeplantage benützten Landstück Utumapu. Die Entfernung von der Küste sowohl als vom Kamm beträgt etwa 5 km, die Höhe über dem Meeresspiegel etwa 260 m. Die Beobachtungen umfassen die Jahre 1882 bis 1888. Sie finden sich in den Annalen der Hydrographie 1890, Seite 195.

6. Afiamalu. Die Station befindet sich am Wohnhause der Pflanzung Afiamalu am westlichen Quellwasser des Vaisingano, der bei Apia in die See mündet. Die Entfernung von der Nord- und von der Südküste Upolus beträgt etwa 10 km, die Höhe über dem Meeresspiegel etwa 600 m. Der Kamm ist dort noch etwa 100—200 m höher und liegt etwa 2 km südlich. Der Regenmesser stand bis zum 1. Juni 1906 2 m, später weiter von einem etwa 50 m tiefen Abhange entfernt, leidlich frei, seine Höhe über dem Erdboden betrug in den ersten Monaten 1 m, später 1½ m; Hellmannscher Tropen-Regenmesser.

Die Regenmessungen sind, ebenso wie die sonstigen meteorologischen Ablesungen, von dem Besitzer der Pflanzung, Herrn F. Henniger, ausgeführt worden, der sich in Behinderungsfällen von Familienmitgliedern vertreten ließ; sie umfassen die Jahre 1903 bis 1908, das letzte Jahr allerdings mit einigen Lücken. Die Regenmessungen erfolgten zeitweise zwei-, meistens aber einmal täglich, und zwar in diesem Falle des Morgens.

Digitized by Google

7. Sougi. Die Station befindet sich an der Bucht von Apia am Hause des Dr. med. Funk, der dort seit 1890 mit Instrumenten der deutschen Seewarte meteorologische Beobachtungen angestellt hat. Die Beobachtungen sind von der Seewarte in den „Deutschen Ueberseeischen Meteorologischen Beobachtungen" herausgegeben worden. Seit 1900 werden nur monatliche Mittelwerte veröffentlicht. Eine Zusammenstellung und Diskussion der gesamten wertvollen Beobachtungsreihe findet sich im vorliegenden Bande, dieser Abhandlung vorangehend. Der Regenmesser stand hinter dem Wohnhause. Die Entfernung vom Strande beträgt ungefähr 30 m, die Höhe über dem Meere etwa 4 m; Seewarten-Regenmesser.

Beobachter ist Herr Dr. Funk. Die Messungen umfassen die Zeit von 1890 bis 1907. Ende 1907 trat Herr Dr. Funk eine Erholungsreise nach Deutschland an; während vorübergehender Abwesenheit im Verlaufe der Beobachtungsjahre hat er stets für geeignete Vertretung gesorgt. Den Regen hat er morgens 7 Uhr gemessen.

8. Mulinuu. Die Station befindet sich auf der äußersten Spitze der Halbinsel Mulinuu, 2 km nordwestlich von Apia und gehört zum Samoa-Observatorium der Kgl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Die Aufstellungen und die Messungen sind genauer beschrieben in Abh. I und II der Ergebnisse des S.-O. Die Entfernung vom Strande beträgt etwa 20 m, die Höhe über dem Meeresspiegel 3 m. Der Regenmesser stand gut; selbstregistrierender Hellmannscher Regenmesser.

Die Beobachtungen sind ausgeführt von dem jeweiligen Observator oder unter dessen Anleitung. Sie umfassen die Zeit vom November 1902 bis Ende 1908. Die Diskussion der Ergebnisse bis Ende 1906 findet man ebenfalls im zweiten Hefte dieses Bandes.

9. Vaitele. Die Station liegt bei der Verwalterwohnung der Vaitele-Pflanzung der D. H. & P. G. in geringer Entfernung vom Strande, in einer Meereshöhe von etwa 10 m. Der Stand des Regenmessers war ziemlich gut; Firmen-Regenmesser.

Beobachter war der jeweilige Verwalter der Vaitelepflanzung. Die Regenmessungen umfassen die Jahre 1891 bis 1908 mit unwesentlichen Lücken. Der Regen wurde zweimal täglich, morgens und abends 6 Uhr, gemessen.

10. Moamoa. Die Station befindet sich auf der Besitzung Moamoa der katholischen Mission, die dort einen botanischen Garten und Schulen unterhält. Sie liegt in einer Entfernung von etwa 3 km vom Strande hinter Apia, die Meereshöhe beträgt etwa 60 m. Der Regenmesser stand recht gut; Seewarten-Regenmesser.

Beobachter war der Bruder Philipp, dem der botanische Garten unterstellt war. Die Regenmessungen umfassen die Jahre 1906 bis 1908. Der Regen wurde zweimal täglich, nämlich morgens und abends 6 Uhr, gemessen.

Digitized by Google

11. Tuanaimato. Die Station liegt bei dem Wohnhause der von Herrn Hugo Schmidt angelegten, seit dem Jahre 1903 im Besitze der Safata-Samoa-Gesellschaft befindlichen Pflanzung Tuanaimato. Die Entfernung von der Küste beträgt etwa 5 km, die Meereshöhe 40 m. Der Regenmesser stand frei.

Beobachter waren die Verwalter der Pflanzung. Die Messungen umfassen die Jahre 1905 bis 1908 vollständig. Die Ablesungen erfolgten in der ersten Zeit zweimal, später einmal täglich, abends 6 Uhr.

12. Tanumapua. Die Station liegt auf der Pflanzung Tanumapua, welche Eigentum der Upolu-Cacao-Company ist. Die Entfernung von der Küste beträgt etwa 5 km, die Höhe über dem Meeresspiegel etwa 200 m.

Die Regenmessungen sind unter der Leitung des Pflanzungsdirektors, Herrn F. Harman, angestellt worden. In der vorliegenden Arbeit konnten nur die Jahre 1903 und 1904 benutzt werden, wofür die Monatssummen in der Samoanischen Zeitung im Januar 1904 und 1905 veröffentlicht worden sind.

13. Tapatapao. Die Station befindet sich auf der Pflanzung Tapatapao, die der Deutschen Samoa-Gesellschaft gehört. Die Entfernung von der Küste beträgt etwa 7 km, die Meereshöhe des Regenmessers war anfangs 300 m, er wurde am 22. Januar 1906 an eine höhere Stelle der Pflanzung, auf etwa 370 m Meereshöhe verlegt. Die Aufstellung des Regenmessers war gut; Hellmannscher Regenmesser.

Beobachter war der Verwalter der Pflanzung, bis 1907 Herr Blitzner. Die Regenmessungen umfassen die Jahre 1904—1908, die beiden letzten allerdings mit erheblichen Lücken.

14. Tafaingatā. Die Station befindet sich auf der Pflanzung des Herrn E. Richard Kramp in einer Entfernung von etwa 5 km von der Küste, in 140 m Meereshöhe. Der Regenmesser stand ausreichend frei. Seewarten-Regenmesser.

Beobachter war Herr Pflanzungsbesitzer Kramp mit seinen heranwachsenden Söhnen. Auch Temperatur- und Feuchtigkeitsbeobachtungen wurden angestellt. Die Regenmessungen erstrecken sich über die Zeit vom September 1904 bis Ende 1908. Der Regen wurde täglich zweimal gemessen.

15. Vaipoto. Die Station befindet sich in dem höher gelegenen Teile der Vaitele-Pflanzung der D. H. & P. G., bei der Aufseherwohnung zu Vaipoto. Die Entfernung von der Küste beträgt etwa 3 km, die Höhe über dem Meeresspiegel etwa 150 m. Die Aufstellung des Regenmessers war befriedigend. Firmen-Regenmesser.

Beobachter war der jeweilige Aufseher der Firma. Die Regenmessungen umfassen die Jahre 1903 bis 1908 vollständig. Der Regen wurde täglich zweimal, morgens und abends 6 Uhr, gemessen.

16. Alisā. Die Station befindet sich am Wohnhause der Pflanzung Alisā, die an einem von dem Berge Singaele herabkommenden Bache etwa 8 km von dem an der Nordküste liegenden Dorfe Afenga, 4 km vom Singaele entfernt, liegt. Die Meereshöhe beträgt 240 m.

Digitized by Google

Die Regenmessungen sind von dem Besitzer der Pflanzung, Herrn A. Spemann, ausgeführt worden. Sie umfassen die zweite Hälfte von 1905 und die Jahre 1906 bis 1908 vollständig. Die Ablesungen sind meistens zweimal täglich, morgens und abends 6 Uhr, ausgeführt worden.

17. Lesea. Die Station befand sich beim Wohnhause der Pflanzung Lesea, etwa $2^1/_2$ km von dem Stranddorfe Faleasiu entfernt in einer Meereshöhe von 90 m, Der Regenmesser stand recht gut; Seewarten-Regenmesser.

Beobachter waren die dort wohnenden Besitzer der Pflanzung Lesea, die Herren Gebrüder Hirsch, welche auch Extremthermometer beobachtet haben. Die Regenmessungen umfassen die Zeit vom März 1905 bis Mai 1906. Die Messungen erfolgten zweimal täglich, morgens und abends 6 Uhr.

III. Mittelsamoa.

Bei der geringen Entfernung der beiden Inseln von einander haben West-Upolu und Ost-Savaii mit den dazwischenliegenden beiden Inseln, Manono und Apolima, sehr verwandte klimatische Verhältnisse und werden daher auch in den folgenden Zusammenstellungen zusammengefaßt werden. West-Upolu wird begrenzt im Nordosten durch den Meridian des Berges Tofua, im Südosten von dem Höhenrücken, der sich von diesem Berge bis in die zwischen Lefangā und Falelatai ins Meer hinausragende Halbinsel erstreckt.

Ost-Savaii reicht im Süden bis an die durch den Berg Tafua bezeichnete Südostspitze, im Norden bis etwa in die Mitte zwischen den Dörfern Puapua und Lealatele.

Die Grenzen der Bezirke von Savaii sind im Innern nicht genauer zu bestimmen. Das Innere ist noch fast unbekannt und wird auch von den Eingeborenen nur selten durchquert. Die größte Höhe der Insel beträgt nach Reinecke etwa 1650 m. Abgesehen von den Gebieten der jüngsten Vulkanausbrüche und den verhältnismäßig unerheblichen Pflanzungen der Eingeborenen und einzelner Weißen ist die gesamte Oberfläche der Insel mit Urwald bedeckt.

Die Oberflächenbildung der Insel ist im Ganzen gleichmäßiger als die von Upolu. Auch hier macht sich der allgemeine Zug der Gebirgsbildung in der Richtung des Passatwindes geltend, indem die vorwiegende Erstreckung von Bergen und Tälern die Richtung von Ostsüdost nach Westnordwest eingeschlagen hat. Die gesamte Oberfläche macht einen weit geschlosseneren Eindruck, wenn auch der Abfall des Inselmassivs an manchen Stellen ziemlich schroff ist. Die Einförmigkeit des Anblickes von der See her wird durch parasitäre Kraterkegel etwas gemildert, die an zahlreichen Stellen den Hauptbergzügen aufgesetzt sind. Die Küstenbildung ist auf Savaii ebenso wie auf Upolu an manchen Stellen flach, mit vorgelagertem Korallenriff, dessen von der Brandung aufgeworfener, auch bei Hochwasser die See überragender Randwall oft bis zu 3 km vom Strande liegt. An den anderen Stellen herrscht die Steilküste, wo die tiefe See unmittelbar an den schwarzen Lavablock anbrandet, dessen Platte hier den Sockel der Insel

Digitized by Google

ausmacht, vielfach zerklüftet und an manchen Stellen von schlotförmigen Oeffnungen durchbrochen, durch die jede anbrandende Woge bis zu 30 oder 40 m fontainenartig sprühend in die blaue Luft hinaufsteigt.

18. Tuvao (West-Upolu). Die Station liegt auf der Pflanzung Tuvao, etwa in der Mitte zwischen dem an der Nordküste liegenden Dorfe Fasitootai und dem erloschenen Krater Tofua. Die Entfernung von der Küste beträgt 2 bis 3 km, die Höhe über dem Meeresspiegel etwa 30 m. Der Regenmesser hatte eine gute Aufstellung; Seewarten-Regenmesser.

Beobachter war der Pflanzer Herr E. Langen. Die Beobachtungen umfassen die Zeit von Mitte Juni 1906 bis Ende 1908. Auch Temperaturbeobachtungen liegen vor. Die Ablesungen sind zweimal täglich, morgens und abends 6 Uhr gemacht worden.

19. Afia (West-Upolu). Die Station liegt beim Aufseher-Wohnhaus des Bezirks Afia, gehört zur Mulifanua-Pflanzung der Deutschen Handels- und Plantagen-Gesellschaft der Südseeinseln zu Hamburg (D. H. & P. G.). Die Entfernung von der Küste beträgt etwa 2 km, die Höhe über dem Meeresspiegel etwa 20 m. Der Regenmesser stand bei der Inspektion 1905 am 12. August leidlich frei, seine Aufstellung sollte noch verbessert werden; Seewarten-Regenmesser.

Die Regenmessungen sind von dem dort wohnenden Aufseher der Firma ausgeführt worden und umfassen die Jahre 1896 bis 1908, die Jahre 1897 und 1903 fehlen völlig und von den Jahren 1898, 1902 und 1904 7, 3, resp. 1 Monat. Die Ablesungen sind seit November 1905 zweimal täglich ausgeführt, morgens und abends 6 Uhr.

20. Paepaealā (West-Upolu). Der Beobachtungsplatz befindet sich beim Aufseherwohnhaus des Bezirks Paepaealā der D. H. & P. G. Die Entfernung von der Küste beträgt etwa 2 km, von den Küstenstationen Fatuosofia und Mulifanua etwa 3 km, die Höhe über dem Meeresspiegel beträgt etwa 50 m. Der Regenmesser stand 1905 sehr nahe an einem großen Baum; Firmen-Regenmesser.

Beobachter war der jeweilige Aufseher der Pflanzung. Die Regenmessungen umfassen die Jahre von 1896—1908. In den Jahren 1900 bis 1903 fehlen im ganzen etwa 23 Monate. Die Messungen wurden in der Regel zweimal täglich, nämlich morgens und abends 6 Uhr, ausgeführt.

21. Mulifanua (West-Upolu). Der Regenmesser befand sich beim Wohnhause des Aufsehers, bei der Hauptstation der Mulifanuapflanzung der D. H. & P. G. Die Entfernung vom Strande beträgt etwa 200 m, die Höhe über dem Meeresspiegel etwa 5 m. Die Aufstellung war wenigstens im Jahre 1905 nicht besonders günstig, da sich ein großer Baum in unmittelbarer Nähe befand; Firmen-Regenmesser.

Beobachter war der jeweilige Aufseher der Firma. Die Regenmessungen umfassen vollständig die Jahre von 1896 bis 1908. Die Regenmessungen scheinen nur einmal täglich angestellt worden zu sein.

22. Fatuosofia (West-Upolu). Die Station liegt beim Aufseherwohnhaus des Bezirks Fatuosofia, gehört zur Mulifanuapflanzung der D. H. & P. G.

Digitized by Google

Die Entfernung von dem Strande beträgt etwa 100 m, die Höhe über dem Meeresspiegel etwa 5 m. Der Regenmesser steht recht gut, mitten im Garten; Firmen-Regenmesser.

Die Regenmessungen sind von dem dort wohnenden Aufseher der Firma ausgeführt worden, der zeitweilig auch andere meteorologische Beobachtungen angestellt hat. Sie umfassen die Jahre 1896 bis 1908. Der Regen ist täglich morgens um 6 Uhr gemessen worden.

23. Iva (Ost-Savaii). Die Beobachtungsstelle wurde 1905 im März zunächst bei der Handelsstation der Firma Moors in Salelavalu errichtet, aber schon Ende April Herrn Penn anvertraut, der seinen Wohnsitz etwas weiter nördlich in der Dorfschaft Iva besitzt. Der Regenmesser steht ganz nahe am Strande, der dort flach ist; Seewarten-Regenmesser. Die Aufstellung war gut.

Beobachter war im März und April 1905 Herr Balmer, seitdem Herr Penn, dem auch andere meteorologische Instrumente übergeben worden sind. Die Beobachtungen umfassen mit wenigen Lücken die Jahre 1905 bis 1908. Der Regenmesser wurde meist zweimal täglich, morgens und abends 6 Uhr, abgelesen.

IV. Nord-Savaii.

Nordsavaii umfaßt das Küstengebiet mit den Bezirken der verschiedenen Dörfer von Lealatele bis Aopo, im Innern die Ausbruchstellen der beiden Vulkane von 1902 und 1905, von denen der erstere in dem höheren Teile der Insel ausbrach, ein Lavafeld von wenigen qkm vorwiegend nach Norden entsandte und bald wieder erlosch. Der Vulkan von 1905, der weiter östlich und etwas näher an der Küste ausbrach, erhob sich aus den niedereren Abdachungen und entsendet noch gegenwärtig andauernd flüssige Lava in einem unterirdischen Tunnel in nordöstlicher Richtung bis an die Küste. Diese Lava fließt teils in dem flachen Wasser der Rifflagune an der Küste entlang, teils über das Außenriff hinweg in die tiefe See hinab. Eine Anzahl von Eingeborenendörfern und mehrere Pflanzungen, auch von Weißen, sind von den Ausflüssen dieses Vulkanes verschüttet worden.

24. Lealatele. Der Beobachtungsplatz lag in dem südlichsten Teile des Dorfes Lealatele bei der Priesterwohnung der katholischen Missionsstation. Die Entfernung vom Strande betrug etwa 40 m, die Höhe über dem Meeresspiegel etwa 10 m. Die Aufstellung war gut; Seewarten-Regenmesser.

Die Messungen sind von dem Missionar ausgeführt worden; diesen Posten bekleideten nacheinander die Herren Patres Morel, Gavet, Estibal. Die Beobachtungen beschränken sich auf die Jahre 1905 und 1906 und zeigen besonders durch den Beobachterwechsel nicht unbeträchtliche Lücken. Der im Jahre 1905 ausgebrochene Vulkan verschüttete im folgenden Jahre die Missionsstation und bereitete auch den Regenmessungen ein Ende. Die Ablesungen wurden anfangs einmal, später zweimal täglich ausgeführt.

25. Fangamalo. Der Beobachtungsplatz liegt auf der Hauptstation der D. H. & P. G. für die Insel Savaii und befindet sich am flachen Strande der

Digitized by Google

Matautubucht. Der Regenmesser stand etwa 25 m vom Strande entfernt, $1^3/_4$ m über dem Erdboden; Hellmannscher Regenmesser. Seine Aufstellung war genügend frei.

Die Beobachtungen sind von den Vorstehern dieser Firmenstation ausgeführt worden, nämlich den Herren Gustav Schmidt (bis 1906), Rohlfs (1906 und 1907) und Barts (1908). Sie umfassen die Jahre von 1903 bis 1908; von den Jahren 1903 und 1904 fehlen je zwei Monate. Herr Gustav Schmidt hatte auch Thermometer-Ablesungen begonnen, indessen bald wieder aufgeben müssen, da ihm vier Extremthermometer zerbrochen worden waren. Der Regen ist zweimal des Tages, morgens und abends um 6 Uhr, gemessen worden.

26. Mumea. Die Station befindet sich beim Wohnhaus der Pflanzung Mumea, etwa 5 km südlich von Fangamalo, wo der Besitzer der Pflanzung, Herr Gustav Schmidt, bis zum Jahre 1906 Vorsteher der Hauptstation der D. H. & P. G. war. Die Meereshöhe beträgt etwa 120 m. Die Aufstellung des Regenmessers war bis zur Besichtigung im August 1905 nicht besonders günstig, etwas zu nahe an einer Laube; Hellmannscher Regenmesser.

Die Regenmessungen hat Herr Schmidt meist von einem Samoaner ausführen lassen, den er als zuverlässig bezeichnet und bisweilen kontrolliert hat. Die Beobachtungen umfassen mit unbedeutenden Lücken die Zeit vom Juli 1903 bis November 1906. Sie sind morgens und abends 6 Uhr ausgeführt worden.

27. Olonono. Die Station lag beim Wohnhause der Pflanzung Olonono, im Besitze der Herren Fiedler und von der Heide, etwa 10 km südlich von dem Stranddorfe Safune, in einer Meereshöhe von etwa 300 m. Der Regenmesser stand gut; Hellmannscher Regenmesser.

Beobachter war Herr von der Heide, welcher auch Thermometer erhalten hatte. Sein Vertreter war ein Halbweißer. Die Beobachtungen umfassen das Jahr 1905 und schließen mit dem August 1906. Die Regenmessung wurde mittags um 12 Uhr ausgeführt.

28. Safune. Die Station liegt auf dem Grundstücke Matapoo, östlich von der Safunebucht, nahe an der steilen Küste, etwa 30 m über dem Meeresspiegel. Die Aufstellung des Regenmessers war genügend; Seewarten-Regenmesser.

Beobachter war Herr von Bülow, der Besitzer des Grundstücks. Die Beobachtungen begannen Ende 1907, einige Lücken zeigen sie während des Jahres 1908. Die Ablesungen wurden zweimal täglich ausgeführt, morgens und abends 6 Uhr. Herr von Bülow hat auch andere meteorologische Beobachtungen angestellt.

V. West-Savaii.

Dieser Bezirk umfaßt die weitvorspringende Westspitze von Savaii. An der Nordküste enthält sie noch die vorzüglich als Hafen geeignete Bucht Asau. An der Südwestküste reicht der Bezirk etwa bis zu dem bei der Dorfschaft Samata vorspringenden Kap.

29. Falealupo. Der Beobachtungsplatz befindet sich auf dem Grundstücke der katholischen Missionsstation in dem Dorfe Falealupo, das an der äußersten

Nordwestspitze von Savaii liegt. Die Entfernung vom Strande beträgt etwa 50 m, die Meereshöhe etwa 5 m. Die Aufstellung ist gut; Seewarten-Regenmesser.

Beobachter war der dort wohnende Pater Ginsbach, der durch häufige Reisen verhindert war, lückenlose Reihen, die von dieser vorgeschobenen Station von besonderer Bedeutung wären, zu liefern. Seine Beobachtungen begannen im April 1905, vollständig sind indessen nur von den Jahren 1906 11 und 1907 8 Monate. Die Ablesung erfolgte zweimal des Tages, morgens und abends um 6 Uhr.

VI. Süd-Samoa.

Süd-Savaii umfaßt die Küste von Samata bis Tafua mit ihrem Hinterlande. Es enthält die kleinere Bucht von Salailua und die größere von Satupaitea und Palauli und zwischen beiden das Südkap bei Taanga, wo die erwähnten Spritzlöcher besonders schön ausgebildet sind.

Süd-Upolu umfaßt den Teil der Insel Upolu, der im Norden von dem Hauptgebirgskamm, im Süden von der See begrenzt wird. Im Westen reicht er bis an den Berg Tofua und das südlich von ihm in die See hineinragende Vorgebirge, östlich bis an das Kap Tapanga, das sich gegen die größte der vier Ost-Upolu vorgelagerten Inseln erstreckt. In diesem Bezirke gibt es bislang nur wenige Pflanzungen, obwohl, wie gerade die folgenden Untersuchungen zeigen, die Niederschlagsverhältnisse hier besonders gleichmäßig und also für Pflanzungen günstig sind.

30. Salailua (Süd-Savaii). Der Regenmesser steht auf der Handelsstation der D. H. & P. G. nahe am Strande, wenige Meter über dem Meeresspiegel. Die Aufstellung war gut; Hellmannscher Regenmesser.

Beobachter war Herr P. A. Jensen, den in Behinderungsfällen Herr F. David vertrat, der ebenfalls in Salailua ein Handelsgeschäft betrieb und auch Thermometerablesungen ausgeführt hat. Die Beobachtungen umfassen mit wenigen Lücken die Jahre 1903 bis 1908. Die Ablesungen sind in der ersten Zeit einmal, später zweimal täglich ausgeführt.

31. Palauli (Süd-Savaii). Der Regenmesser befindet sich auf der Handelsstation der D. H. & P. G. zu Palauli in unmittelbarer Nähe des Strandes, wenige Meter über dem Meeresspiegel. Der Regenmesser stand gut; Firmen-Regenmesser.

Beobachter war der dort wohnende Vertreter der Firma, zuerst Herr Peace, in den letzten Jahren Herr Cook. Die Messungen umfassen die Jahre 1905 bis 1908 mit unwesentlichen Lücken. Der Regen wurde morgens und abends 6 Uhr gemessen.

32. Saninonga (Süd-Upolu). Die Station befindet sich beim Verwalterwohnhause der Pflanzung Saninonga, die von der Safata-Samoa-Gesellschaft angelegt worden ist. Entfernung von der Stranddorfschaft Safata etwa 4 km, Meereshöhe etwa 200 m; das Gelände fällt dort ziemlich steil nach Süden ab, sodaß der Platz den Süd- und Südwestwinden ausgesetzt ist, weniger dem Passate. Der Regenmesser steht ganz frei im Garten; Seewarten-Regenmesser.

Digitized by Google

Beobachter war der jeweilige Pflanzungsverwalter, zuerst Herr E. Wagner, dann Herr A. Matthes. Die Regenmessungen umfassen die Jahre 1905 bis 1908 ohne wesentliche Lücken. Es sind dort auch Temperatur- und Windbeobachtungen angestellt worden. Die Ablesungen erfolgten zweimal täglich, morgens und abends um 6 Uhr.

33. Falealili (Süd-Upolu). Die Station liegt etwa in der Mitte der großen Dorfschaft Falealili, wenige Meter vom Strande, der dort flach ist. Der Regenmesser stand in einer Kokospflanzung für Nord- und Westwinde nicht besonders günstig und dicht über dem Erdboden; Seewarten-Regenmesser.

Die Regenmessungen, wie auch Temperaturbeobachtungen, sind von Herrn Mac Farland ausgeführt worden und umfassen die Jahre 1905 bis 1908 ziemlich vollständig, obwohl es nicht möglich war, bei gelegentlicher Abwesenheit des Beobachters einen geeigneten Vertreter zu beschaffen. Die Regenmessungen erfolgten meistens zweimal täglich, morgens und abends 6 Uhr.

34. Lotofanga (Süd-Upolu). Die Station liegt auf einem erhöhten Teile des Stranddorfes ca. 15 m hoch über dem Meere. Die Entfernung von der Küste beträgt etwa 80 m; Firmen-Regenmesser.

Beobachter war Herr Fraser. Die Regenmessungen beginnen erst mit dem September 1908. Die Ablesungen erfolgen zweimal des Tages, morgens und abends um 6 Uhr. Die Ergebnisse sind jedoch in den Regenkarten nicht berücksichtigt worden, einmal der kurzen Beobachtungszeit wegen, hauptsächlich aber, weil wir vermuten, daß die Messungen mit einem falschen Meßglase angestellt sind; die Regenmengen betragen nämlich nur $^1/_3$ bis $^1/_4$ der von dem benachbarten Falealili.

3) Die Regenverhältnisse Samoas.

Im tropisch-ozeanischen Klima ist die Temperatur im Laufe eines Jahres nur geringen Veränderungen unterworfen, daher bilden den wesentlichsten Faktor die Niederschlagsverhältnisse. Das gilt hauptsächlich für Samoa, das sich als Pflanzungskolonie zu entwickeln beginnt und wo schon beträchtliche Kapitalien in Ländereien angelegt sind. Wir halten es daher für unsere vornehmste Pflicht, in diesen Dingen grundlegende Daten zu schaffen, welche der Regierung und den Pflanzern als Unterlage für ihre Entschließungen dienen können.

Bei der Bearbeitung erkennt man, wie außerordentlich typisch die Regenverteilung in Samoa ist. Es ist daher von großem wissenschaftlichem Interesse, das gefundene Beobachtungsmaterial auch in theoretischer Hinsicht zu verarbeiten.

Die Regenmessungen laufen, seitdem das Samoa-Observatorium die Aufsicht über das Beobachtungsnetz im Jahre 1905 übernommen hat, ziemlich regelmäßig allmonatlich dort ein. Die meisten Stationen lesen zweimal täglich, morgens und abends 6 Uhr, den Regen ab. Herr Dr. Funk pflegt nach der Instruktion der Deutschen Seewarte nur einmal täglich den Regen zu messen und zwar bei dem Morgentermin um 7 Uhr. Bei der Bildung der Monats-Mengen pflegt die Deutsche Seewarte den am 1. morgens gemessenen Niederschlag nicht dem

Digitized by Google

laufenden, sondern dem vorhergehenden Monat zuzurechnen, da von den 24 Stunden, die seit der letzten Regenmessung verflossen sind, noch 17, also eine sehr erhebliche Ueberzahl, dem verflossenen Monat angehören. Der besseren Vergleichbarkeit wegen schien es daher bei der vorliegenden Bearbeitung erforderlich, die von den Beobachtern auf den eingelieferten Monatszusammenstellungen natürlich mit zum laufenden Monat hinzugerechnete Morgenbeobachtung vom 1. jedes Monats in gleicher Weise vom laufenden Monat abzuzählen und dem verflossenen Monat hinznzurechnen. Bei den Beobachtungen, die vor 1905 angestellt sind, insbesondere bei den langjährigen Reihen der Regenmessungen, die die D. H. & P. G. auf ihren Pflanzungen schon in den neunziger Jahren hat anstellen lassen, standen nur noch die Monatssummen zur Verfügung. Es war bei diesen also nicht mehr möglich, jene Operation mit der ersten Morgenablesung jedes Monats vorznnehmen. Die kleine hieraus entspringende Ungenauigkeit muß also mit in den Kauf genommen werden.

In Folgendem teilen wir für alle Stationen die auf diese Weise erhaltenen Monatsmengen des Regens mit. Der regenreichste Monat eines jeden Jahres ist **fett**, der regenärmste *kursiv* gedruckt.

Tabelle I. Monatliche Regenmengen für jede Station in mm.

Jahr	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
I. Ost-Upolu.												
1. Aleipata.												
1905	311	347	379	**439**	*57*	178	72	94	101	(88)	**387**	**292**
06	*91*	149	**394**	283	256	216	189	125	112	220	**288**	**214**
07	283	306	390	667	353	228	117	*67*	139	**286**	**822**	**357**
08	**986**	365	540	183	251	*96*	161	116	671	251	**898**	**494**
2. Solaua.												
1905	(438)	(182)	462	339	*102*	316	110	306	192	178	360	**536**
06	282	241	664	306	398	288	*218*	388	254	316	423	**937**
07	456	490	456	675	(286)	232	45	(*11*)	(324)	370	**1050**	809
08	**1443**	424	858	507	388	291	*253*	250	812	264	592	550
3. Lufilufi.												
1905	(288)	(152)	288	424	43	193	*36*	74	78	66	**303**	277
06	268	*117*	**502**	275	342	257	127	238	145	227	423	398
07	507	367	(328)	553	190	462	87	*78*	92	210	**756**	322
08	663	478	**773**	340	313	*69*	93	241	509	214	508	350
II. Pflanzungsbezirk Apia.												
4. Sunga.												
1891	—	**651**	307	174	99	78	87	*26*	126	119	230	432
92	572	261	289	171	699	194	—	—	—	—	—	—
97	(356)	(167)	(216)	517	312	299	61	*37*	104	145	**574**	243
98	551	**786**	385	510	*58*	172	151	146	235	193	350	345
99	631	598	249	287	170	*47*	70	94	229	186	114	**785**
1900	284	329	**851**	109	56	36	*19*	52	44	190	391	387
01	805	722	**862**	139	234	74	*17*	68	280	228	313	151
02	805	**896**	194	390	85	270	*14*	17	80	114	232	164
03	306	**620**	155	362	96	210	*83*	109	129	324	362	229
04	**915**	640	338	554	167	105	*84*	126	188	213	140	264
05	**336**	148	229	227	*24*	123	43	143	92	75	144	243
06	169	148	**462**	177	124	159	*101*	183	110	124	343	354
07	337	479	268	447	144	121	36	*12*	123	176	**561**	533
08	**989**	465	758	283	245	202	*25*	167	415	148	402	387

Digitized by Google

Tabelle I (Fortsetzung).

Jahr	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
					5. Utumapu.							
1882	—	206	**1038**	129	87	*34*	250	72	105	120	352	563
83	**1021**	270	204	118	115	*107*	112	251	505	155	164	376
84	**515**	444	152	328	68	310	*55*	56	218	162	125	269
85	430	**439**	413	192	*63*	135	160	84	307	118	351	375
86	531	254	**636**	416	*48*	310	283	140	315	388	362	439
87	**622**	423	380	136	148	*65*	139	162	436	521	144	621
88	**674**	508	291	286	250	288	242	*22*	108	262	145	291
					6. Afiamalu.							
1903	572	**1158**	376	536	204	258	*155*	160	177	362	552	524
04	**1285**	867	392	668	271	202	*152*	246	328	179	287	510
05	454	358	**497**	274	*90*	313	121	311	173	146	372	315
06	244	215	502	256	245	233	196	*195*	214	233	**559**	530
07	636	**952**	542	914	369	136	99	*23*	254	287	777	479
08	**1691**	—	1157	—	—	—	—	—	—	—	—	—
					7. Songi.							
1890	(400)	**716**	263	462	95	91	*33*	120	166	180	410	392
91	318	**720**	308	156	76	105	60	*26*	124	145	332	506
92	600	153	303	210	491	243	*179*	431	432	197	241	**672**
93	459	**505**	324	*50*	51	104	64	58	138	187	267	263
94	**404**	204	389	220	*36*	149	132	80	50	186	314	377
95	435	**523**	442	269	111	112	101	*98*	168	339	165	509
96	518	358	**639**	158	89	79	3	*2*	51	146	99	304
97	330	140	206	417	226	329	69	*61*	87	182	**476**	265
98	531	**560**	457	351	*83*	115	112	183	233	170	245	410
99	**741**	524	142	442	179	*31*	54	67	135	103	170	644
1900	293	297	**678**	135	47	23	21	*10*	22	204	260	287
01	580	401	**648**	190	217	62	*9*	48	219	181	261	124
02	**579**	557	213	286	79	234	25	*10*	27	93	241	119
03	327	**461**	177	395	136	289	*77*	108	156	380	275	293
04	622	**669**	282	554	170	129	*125*	141	230	162	204	333
05	**324**	177	310	165	*14*	170	54	168	112	59	193	191
06	206	136	**528**	142	190	165	*90*	156	115	138	315	280
07	362	495	310	572	143	215	49	*6*	162	230	514	**611**
					8. Mulinuu.							
1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	200	106
03	365	**705**	160	372	124	258	*74*	95	183	325	231	282
04	**686**	632	274	501	177	119	107	*104*	208	150	166	275
05	**358**	136	271	159	*10*	146	57	128	96	54	166	166
06	139	135	**476**	136	175	155	*75*	115	98	89	308	271
07	400	438	260	509	113	173	45	*7*	148	196	**517**	432
08	**1015**	540	583	354	250	238	*43*	124	343	134	328	435
					9. Vaitele.							
1891	295	**465**	229	71	85	105	50	*19*	111	206	256	310
92	261	113	104	120	274	345	*78*	276	245	221	229	**476**
93	322	**447**	290	54	*46*	94	66	68	109	155	276	321
94	374	279	**379**	192	*14*	115	111	47	38	185	307	237
95	537	535	**564**	278	92	77	132	*61*	162	386	185	467
96	508	346	**831**	112	80	81	4	*2*	36	143	97	297
97	238	213	181	406	218	298	75	*54*	87	169	**539**	283
98	526	**544**	376	408	*64*	118	92	192	234	125	195	317
99	**664**	499	156	(422)	143	77	*32*	84	114	100	109	591

Digitized by Google

Tabelle I (Fortsetzung).

Jahr	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
					9. Vaitele (Fortsetzung).							
1900	305	272	**630**	112	43	39	*11*	14	38	192	189	321
01	198	420	578	175	222	84	*2*	50	203	176	229	164
02	699	**789**	155	373	106	46	190	*14*	18	107	193	96
03	343	778	178	377	114	240	94	*92*	191	302	212	337
04	**700**	624	298	456	200	122	95	133	250	134	*93*	338
05	**364**	146	284	166	12	142	*59*	130	140	66	182	168
06	157	102	557	177	187	176	*82*	170	106	98	383	274
07	416	455	285	578	126	169	48	*4*	147	245	539	86
08	**1017**	540	689	333	215	278	*46*	148	384	197	391	472
					10. Moamoa.							
1906	(248)	167	517	156	317	207	118	216	*102*	176	496	362
07	528	598	352	753	250	171	30	*6*	130	192	**633**	632
08	**1267**	383	847	316	240	227	*64*	159	503	197	416	697
					11. Tuanaimato.							
1905	272	168	292	145	*17*	162	51	190	110	66	170	180
06	165	154	**484**	145	140	174	*77*	126	108	98	393	278
07	425	521	283	**666**	144	169	37	*2*	161	177	570	569
08	1115	379	744	270	220	191	*41*	130	431	137	375	536
					12. Tanumapua.							
1903	363	**900**	203	363	111	210	95	*88*	183	228	276	413
1904	**960**	676	317	468	182	175	*107*	138	318	123	144	410
					13. Tapatapao.							
1904	**934**	789	405	472	195	218	*151*	196	362	193	182	420
05	387	256	**421**	254	*63*	123	88	97	170	73	244	182
06	153	183	492	275	198	242	146	123	*104*	260	**503**	474
07	227	774	308	786	294	188	54	(5)	(209)	181	(671)	(818)
08	(1178)	292	(860)	255	262	241	*104*	140	470	355	(550)	(612)
					14. Tafaingatä.							
1904	—	—	—	—	—	—	—	—	264	146	139	372
05	269	201	**388**	158	*11*	168	43	108	153	53	198	195
06	200	103	**498**	249	186	177	*82*	112	111	156	402	314
07	420	602	356	**718**	236	176	65	*2*	161	214	600	653
08	**985**	423	776	278	165	198	*73*	140	424	224	329	474
					15. Vaipoto.							
1903	390	**988**	182	315	110	256	*64*	76	213	264	243	415
04	**808**	617	266	431	178	164	103	*83*	269	134	127	338
05	**379**	191	290	166	*14*	199	49	121	128	58	179	184
06	176	123	**460**	219	194	160	*76*	119	84	123	317	285
07	406	557	237	**564**	176	179	52	*2*	118	194	502	512
08	**1060**	470	758	255	227	191	*65*	139	455	176	321	409
					16. Alisä.							
1906	173	116	**436**	252	192	222	164	*109*	153	249	409	381
07	485	561	286	**840**	266	183	55	*12*	170	173	551	535
08	**1065**	325	968	159	214	269	*79*	124	450	351	373	558
					17. Lesea.							
1905	—	—	259	177	*13*	194	39	159	97	102	248	161
06	100	180	**378**	224	182	—	—	—	—	—	—	—
					III. Mittel-Samoa.							
					18. Tuvao.							
1906	—	—	—	—	—	205	104	135	141	167	201	371
07	249	424	391	522	(93)	(188)	(65)	(5)	(198)	(278)	(244)	**563**
08	**839**	337	505	140	156	144	*62*	(127)	(491)	(204)	149	118

Digitized by Google

Tabelle I (Fortsetzung).

Jahr	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
						19. Afia.						
1896	462	382	**874**	228	68	99	*10*	28	37	133	64	273
98	**481**	232	158	(275)	(73)	(121)	(152)	(229)	(193)	(187)	246	213
99	**492**	460	139	158	*74*	96	75	79	76	95	214	437
1900	274	306	**492**	80	48	*23*	71	29	74	155	265	454
01	**530**	377	446	228	142	197	*51*	181	230	272	345	106
02	254	**521**	217	178	143	177	71	103	*53*	(103)	(214)	(88)
04	(454)	318	318	326	144	180	*79*	140	126	117	184	112
05	228	143	309	**334**	42	226	*11*	158	87	89	197	195
06	*80*	239	**299**	158	197	111	95	86	98	168	240	249
07	356	351	356	**455**	77	123	113	*63*	83	244	325	375
08	**676**	282	439	205	264	186	*59*	76	358	267	212	256
						20. Paepaealā.						
1895	—	464	339	—	—	—	—	—	—	—	—	—
96	440	353	**923**	238	64	89	*9*	33	68	117	122	363
97	264	178	137	259	214	263	*28*	32	31	148	407	**361**
98	**429**	264	172	246	64	80	*59*	85	124	113	264	224
99	439	470	174	359	*48*	105	137	105	87	119	232	**652**
1900	258	304	**521**	101	73	28	(28)	(*9*)	(18)	129	288	444
01	529	524	**615**	221	288	162	*23*	76	224	(160)	(239)	(116)
03	(264)	(**385**)	(155)	(311)	(126)	143	196	131	216	*124*	231	286
04	**794**	325	332	248	*83*	168	90	135	165	133	216	378
05	224	189	**297**	230	*0*	175	40	160	96	90	190	188
06	109	256	**366**	166	196	143	105	*76*	99	210	263	264
07	332	398	282	430	155	121	140	*56*	110	270	**480**	353
08	**668**	254	545	218	294	189	*85*	93	342	265	204	298
						21. Mulifanua.						
1895	—	360	218	159	*43*	59	194	148	201	315	155	**479**
96	441	328	**837**	156	65	39	*8*	10	49	104	65	236
97	214	114	125	206	217	208	44	*32*	43	142	**338**	337
98	**422**	204	189	194	*30*	78	47	56	130	86	206	151
99	397	350	83	233	*57*	76	77	89	62	101	226	**580**
1900	284	311	**484**	54	52	*14*	40	22	54	152	227	388
01	477	277	**554**	111	99	159	*4*	65	212	208	290	96
02	204	332	74	114	141	155	62	100	*47*	138	**460**	131
03	280	**642**	264	120	207	139	233	*90*	168	144	274	284
04	**530**	329	212	266	107	110	*70*	125	118	120	180	291
05	182	100	**194**	153	51	182	*20*	120	64	53	148	148
06	91	249	**297**	162	148	200	86	70	*53*	130	207	209
07	347	302	336	362	100	97	98	*43*	46	241	**421**	376
08	**618**	221	301	165	181	126	57	*53*	362	258	196	224
						22. Fatuosofia.						
1895	—	416	318	—	—	—	—	—	—	361	148	512
96	429	232	**786**	151	49	70	*10*	37	61	191	89	302
97	174	160	143	190	289	**343**	*38*	55	71	314	**475**	260
98	**404**	185	162	285	156	190	98	*95*	106	224	278	192
99	**596**	283	181	286	63	46	134	*31*	92	192	228	848
1900	178	137	**481**	88	58	*20*	61	48	77	232	303	458
01	**468**	416	312	224	302	168	*24*	64	245	338	463	120
02	254	**575**	128	292	193	203	53	66	*7*	161	315	284
03	448	**726**	231	252	316	167	197	172	275	*138*	310	286
04	395	287	325	**410**	*100*	127	152	190	154	171	292	371
05	**273**	150	250	146	*31*	232	52	171	83	125	94	80
06	110	246	273	190	245	114	197	*66*	175	124	**274**	192
07	366	279	351	441	163	141	112	87	*81*	261	301	**476**
08	**593**	193	459	*114*	295	154	238	168	443	318	183	237

Digitized by Google

Tabelle I (Fortsetzung).

Jahr	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
					23. Iva.							
1905	—	—	—	—	—	284	98	156	155	128	285	275
06	*138*	224	**393**	343	(312)	354	176	212	195	167	316	355
07	313	203	457	*26*	348	204	124	33	114	229	**576**	389
08	(**832**)	(332)	(764)	300	285	*106*	170	250	387	134	350	220
					IV. Nord-Savaii.							
					24. Lealatele.							
1905	—	—	120	426	39	178	—	92	187	142	198	308
06	202	—	—	172	280	205	88	139	—	—	—	—
					25. Fangamalo.							
1903	(403)	(458)	167	460	383	181	*113*	160	264	376	400	**504**
04	**1016**	784	244	674	196	130	178	(140)	(163)	*80*	177	383
05	**404**	289	235	264	*20*	117	96	76	126	105	196	244
06	107	*98*	408	209	383	337	124	200	205	406	**565**	382
07	488	275	346	**802**	86	216	111	*62*	108	249	602	447
08	**1151**	510	809	201	214	159	48	265	404	147	498	*40*
					26. Mumea.							
1903	—	—	—	—	—	213	124	212	290	—	457	587
04	**1285**	815	178	583	338	213	148	327	220	*132*	240	440
05	**499**	364	242	306	*28*	292	101	90	181	47	159	160
06	*94*	(190)	**544**	186	294	356	97	246	507	478	538	(406)
					27. Olonono.							
1905	512	528	264	389	*112*	230	130	260	246	240	357	**618**
06	440	285	675	241	245	357	129	391	*65*	320	(582)	**907**
					28. Safune.							
1907	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	239	565
08	**899**	289	956	190	192	100	*62*	266	319	(107)	(196)	420
					V. West-Savaii.							
					29. Falealupo.							
1906	70	174	291	109	195	(63)	*48*	(85)	(64)	115	**361**	66
07	84	201	233	(**440**)	(147)	82	(26)	(*3*)	90	78	170	(143)
08	—	357	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
					VI. Süd-Samoa.							
					30. Salailua.							
1903	(271)	*95*	240	356	613	286	455	448	403	294	**541**	261
04	637	417	352	434	344	*152*	202	**772**	388	405	316	503
05	326	370	**525**	224	*70*	276	316	480	71	82	207	264
06	(170)	124	**402**	192	325	*85*	117	96	158	223	346	276
07	448	**563**	295	132	276	149	*72*	72	313	441	342	240
08	542	267	530	143	356	236	491	*132*	**648**	355	445	254
					31. Palauli.							
1905	241	252	**552**	176	(*26*)	(163)	(285)	(417)	(172)	225	384	379
06	*61*	258	297	308	357	247	223	**499**	264	288	482	387
07	549	(610)	171	546	326	165	197	*69*	196	360	**611**	339
08	**552**	481	443	402	415	*176*	507	197	584	278	326	167
					32. Saninonga.							
1905	(332)	465	543	281	190	350	473	**676**	*106*	561	427	564
06	267	240	289	320	292	*131*	237	227	**416**	359	263	258
07	385	**726**	496	775	606	319	*221*	240	216	634	672	450
08	**1000**	496	779	218	686	362	695	*179*	878	498	436	517

Digitized by Google

Tabelle I (Fortsetzung).

Jahr	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
					33. Falealili.							
1905	333	224	765	501	*149*	416	538	318	245	456	179	428
06	299	178	274	321	474	363	279	457	*119*	523	302	242
07	316	375	471	504	467	304	*139*	189	730	796	970	185
08	621	391	412	162	352	218	477	*114*	890	332	736	339
					34. Lotofanga.							
1908	—	—	—	—	—	—	—	—	295	121	346	109

Um aus dem eingegangenen inhomogenen Material unter einander vergleichbare Angaben von dauerndem Werte herzustellen, reduzierten wir alle Regenmessungen auf die längste und beste Beobachtungsreihe, die der Station Songi: Für jeden Monat wurde das Verhältnis der Regenmenge jeder Station zu der von Songi berechnet. Dieses Verhältnis schwankte für einen bestimmten Monat in den verschiedenen Jahren um einen Mittelwert. Letzterer ward auf die Weise gefunden, daß die gesamte, in dem betreffenden Monate aller vorliegenden Beobachtungsjahre gemessene Regenmenge durch die in demselben Monat und in denselben Jahren in Songi gemessene Gesamtregenmenge geteilt wurde. Diese Quotienten sind in der folgenden Tabelle II mitgeteilt.

Die so abgeleiteten 12 Monatsverhältnisse jeder Station zu Songi haben nun zunächst in zwei Richtungen Verwendung gefunden:

1) Es sind mit ihrer Hilfe einzelne Lücken ergänzt worden, sodaß die betreffenden Jahre nunmehr vollständig vorlagen und die Ableitung von Jahressummen gestatteten. Die so ergänzten Monate sind bereits in der obigen Zusammenstellung der beobachteten Regenmengen (Tabelle I) mit eingetragen und durch Einklammern gekennzeichnet worden. Die durch Ausfüllung dieser Lücken vervollständigten Jahressummen sind ebenfalls eingeklammert.

2) Es haben die berechneten mittleren Verhältnisse der Monatsmengen jeder Station zu denen von Songi dazu gedient, um die kürzeren Messungsreihen aller übrigen Stationen auf den 18jährigen Zeitraum der Messungen des Herrn Dr. Funk zu reduzieren.

Dieser Maßregel liegt folgende Ueberlegung zu grunde: Denken wir uns zwei Stationen, von denen die eine auf der Luvseite, die andere auf der Leeseite eines Gebirges gelegen sei und infolgedessen im Durchschnitt noch einmal so viel Regen haben möge als die andere, so wird dieses Verhältnis und nicht etwa die Differenz der Regenmengen in trockenen und feuchten Jahren ziemlich konstant sein, weil die Verschiedenheit der Regenverhältnisse in ein und demselben Jahre nur durch die Lage zum Gebirge hervorgerufen wird, und der Einfluß des Gebirges nur der sein kann, daß die Luvseite eine prozentual

Digitized by Google

Tabelle II. Mittlere monatliche Regenmengen im Verhältnis zu Songi.

Station	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
I. Ost-Upolu.												
Aleipata	0.86	0.90	0.90	1.26	1.56	0.92	2.36	0.84	1.29	1.41	1.62	0.88
Solaua	1.35	1.08	1.28	1.52	2.00	1.44	2.74	2.00	2.00	1.89	1.68	1.84
Lufilufi	0.89	0.86	0.96	1.33	1.51	1.25	1.50	1.33	1.04	1.03	1.38	0.88
II. Pflanzungs-Bezirk Apia.												
Sunga	1.08	1.19	1.04	1.00	1.10	0.89	1.02	1.04	1.04	1.01	1.06	1.00
Afiamalu	1.69	1.83	1.46	1.46	1.82	1.18	1.83	1.62	1.47	1.24	1.70	1.38
Songi	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Mulinuu	1.06	1.06	0.90	0.92	0.92	0.88	0.91	0.78	0.94	0.84	0.92	0.84
Vaitele	0.91	1.03	0.95	0.96	0.87	0.94	1.01	0.86	0.91	0.98	0.92	0.84
Moamoa	1.21	1.02	1.08	1.18	1.41	0.99	1.21	1 24	1.08	1.05	1.23	1.26
Tuanaimato	1.02	0.94	0.95	1.02	0.89	0.89	0.91	0.94	1.02	0.80	1.04	1.02
Tanumapua	1.39	1.40	1.13	0.88	0.96	0.92	1.00	0.91	1.30	0.65	0.88	1.32
Tapatapao	1.12	1.16	1.14	1.16	1.34	1.11	1.54	0.91	1.29	1.40	1.30	1.34
Tafaingata	0.97	1.02	1 06	1.17	1.02	0.92	1.15	0.76	1.09	1.05	1.01	1.07
Vaipoto	1.11	1.21	0.93	0.91	1.00	0.96	0.95	0.74	1.08	0.87	0.88	0.99
Alisa	1.07	0.89	1.06	1.21	1.17	1.10	1.71	0.79	1.14	1.44	1.07	1.09
III. Mittel-Samoa.												
Tuvao	0.77	0.77	0.84	0.74	0.65	0.88	1.32	0.86	1.22	1.21	0.48	0.78
Afia	0.73	0.77	0.82	0.78	0.88	1.05	1.36	1.25	0.83	1.10	0.89	0.73
Paepaealā	0.81	0.84	0.87	0.79	0.93	0.90	1.35	0.90	0.82	0.88	0.91	0.94
Mulifanua	0.69	0.71	0.72	0.56	0.78	0.78	1.26	0.85	0.76	0.86	0.88	0.82
Fatuosofia	0.72	0.73	0.76	0.74	1.24	0.95	1 89	1.13	0.96	1.23	1.00	0.96
Iva	0.80	0.68	1.01	0.65	1.65	1.21	2.49	1.37	1.08	1.10	1.06	0.81
IV. Nord-Savaii.												
Lealatele	0.98	(0.69)	0.39	1.95	1.57	1.13	0.98	0.71	1.66	2.40	1.02	1.62
Fangamalo	1.23	0.99	0.94	1.21	1.44	0.95	1.56	1.30	1.17	1.20	1 26	0.92
Mumea	1.63	1.39	0.86	1.25	1.76	1.43	1.36	1.53	1.95	1.83	1.41	1.45
Olonono	1.80	2.60	1.12	2.06	1.76	1.76	1.80	2.01	1.37	2.84	1.85	3.24
Safune	0.86	0.59	1.27	0.59	0.79	0.43	1.77	1.82	0.79	(0.63)	0.47	0.92
V. West-Savaii.												
Falealupo	0.27	0.65	0.62	0.77	1.03	0.38	0.53	(0.54)	0.56	0.51	0.64	0 23
VI. Süd-Samoa.												
Salailua	0.88	0.76	0.99	0.69	2.22	0.98	3.85	2.76	1.68	1.58	1.14	0.83
Palauli	0.72	1.23	0.77	1.19	1.92	0.96	5.32	2.48	1.54	1.93	1.25	0.83
Saninonga	1.04	1.48	1.11	1.32	3.02	1.48	7.12	2.78	2.04	3.43	1.24	1.16
Falealili	0.81	0.90	1.01	1.24	2.46	1.66	6.29	2.26	2.51	3.54	1.52	0.78

Digitized by Google

größere Niederschlagsmenge aufweist als die Leeseite. Keinesfalls kann die Wirkung des Gebirges die sein, daß alle Regenmengen bis zu einem gewissen Betrage von dem Gebirge aufgefangen werden, also die Differenz zwischen Luv- und Leeseite eine Konstante wäre. Ist diese Ueberlegung richtig, so müßte bei denselben Windverhältnissen das Verhältnis der Regenmenge einer Station zu der in Songi konstant sein, während sich die unterschiedlichen Windverhältnisse der Passat- und Regenzeit in einem gewissen jährlichen Gange ausdrücken müssen. Betrachtet man daraufhin die Tabelle III, so findet man, sobald nur bei den betreffenden Stationen ausreichende Beobachtungen zu grunde liegen, wirklich ganz erfreuliche Uebereinstimmungen, sodaß wir — wie das auch in andern Klimaten bisweilen geschehen ist — das Verhältnis der Regenmengen als klimatisches Argument in die Untersuchung einführen können. Die Verhältnisse der beobachteten einzelnen Monatssummen weisen natürlich bisweilen erhebliche Unterschiede auf, besonders im Monat Juli, der in Songi in einigen Jahren außerordentlich trocken war, und im August. Ebenso zeigen die entfernter liegenden Stationen stärkere Schwankungen, auch in den verschiedenen Jahren.

Damit sich der Leser selbst ein Urteil über die Zuverlässigkeit bilden kann, geben wir von einer willkürlich gewählten Reihe von 6 Stationen verschiedener Lage die einzelnen berechneten Verhältnisse in folgender Tabelle III wieder.

Mit Hilfe der auf die angegebene Weise berechneten mittleren Verhältnisse zu Songi sind die in dem Beobachtungsmaterial vorhandenen Lücken ausgefüllt worden. Dabei können natürlich die durch Klammern gekennzeichneten Monatssummen teilweise recht erheblich von den wirklich gefallenen Regenmengen abweichen; soweit es sich jedoch um längere Beobachtungsreihen handelt, wird der Fehler nur verschwindend sein, besonders da immer nur einige wenige Monate auf diese Weise nachgetragen sind.

Soweit also diese berechneten Verhältnisse zu Songi zur Ausfüllung der Lücken benutzt worden sind, dürften Einwendungen dagegen kaum zu machen sein. Aber auch die Reduktion der einzelnen Beobachtungen auf das 18jährige Mittel von Dr. Funk scheint uns vollkommen berechtigt zu sein, da, wie obige Tabellen zeigen, Ungleichheiten einzelner Monate im langjährigen Mittel verschwinden. Bei ganz kurzen Beobachtungsreihen könnte man vielleicht noch eine einfache Ausgleichung im jährlichen Verlauf vornehmen.

Jedenfalls gibt uns das für die verschiedenen Monate berechnete mittlere Verhältnis zu Songi die einzige Möglichkeit, das sonst sehr inhomogene Material untereinander vergleichbar zu machen, und die weiteren Folgerungen werden zeigen, daß diese Methode auch für ähnliche Verhältnisse in anderen Gegenden vorbildlich sein kann.

Aber es gibt noch eine dritte Verwendungsmöglichkeit für dieses eingeführte „mittlere Verhältnis zu Songi“ nach der praktischen Seite hin. Das besteht darin, daß wir zeigen, wie neu hinzukommende Beobachtungen von später an-

Digitized by Google

Tabelle III. Monatliche Regenmengen einiger Stationen im Verhältnis zu Songi.

Jahr	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
					1. Aleipata.							
1905	0.96	1.95	1.22	2.66	4.12	1.04	1.34	0.56	0.90		1.75	1.53
1906	0.44	1.10	0.75	1 65	1.35	1.31	2.09	0.80	0.97	1.60	0.92	0.76
1907	0.78	0.62	1.26	1.12	2.47	1.06	2.24	12.02	0.86	1.24	1.60	0.58
1908	0.94	0.74	0.71	0.57	1.04	0.41	4.57	0.79	1.68	1.48	2.13	1.08
					2. Afiamalu.							
1903	1.75	2.51	2.12	0.85	1.50	0.90	2.01	1.49	1.13	0.95	2.01	1.79
1904	2 06	1.30	1.39	1 20	1.60	1.56	1.22	1.75	1.41	1.11	1.40	1.53
1905	1.40	2.02	1.60	16.60	6.55	1.84	2.26	1.85	1.54	2.45	1.94	1.65
1906	1.19	1.58	0.95	1.81	1.29	1.41	2.17	1.25	1.86	1.69	1.78	1.89
1907	1.76	1.92	1.75	1.60	2.58	0.63	2.02	4.07	1.56	1.24	1.51	0.78
1908	1.61		1.53									
					3. Vaipoto.							
1903	1.19	2.14	1.03	0.80	0.80	0.89	0.83	0.71	1.36	0 69	0.88	1.42
1904	1.30	0.92	0.95	0.78	1.05	1.26	0.82	0.59	1.17	0.83	0.62	1.01
1905	1.17	1.07	0.94	1.00	0.99	1.17	0.92	0 72	1.15	0.98	0.93	0.96
1906	0.85	0.91	0.87	1.55	1 02	0.97	0.84	0.76	0.73	0.89	1.01	1.02
1907	1.12	1.12	0.76	0.99	1.23	0.83	1.05	0.32	0.73	0.84	0.98	0.84
1908	1.01	0.96	1.00	0.79	0.94	0.81	1.85	0.95	1.13	1.04	0.76	0.90
					4. Fatuosofia.							
1895		0.79	0.72							1.06	0.90	1.00
1896	0.83	0 65	1.23	0.95	0.55	0.89	3.20	17.46	1.19	1.31	0.90	0.99
1897	0.53	1.14	0.69	0.46	1.28	1.04	0.56	0.90	0.82	1.72	1.00	0.98
1898	0.76	0.33	0.35	0.81	1.88	1.67	0.87	0 52	0 46	1.32	1.14	0 47
1899	0.80	0.44	1.27	0.65	0.35	1.51	2.47	0.46	0.69	1.87	1.34	1.32
1900	0.61	0.46	0.71	0.65	1.23	0.86	2.94	4.66	3.52	1.14	1.17	1.60
1901	0.81	1.04	0.48	1.18	1.39	2.73	2.84	1.31	1.12	1.87	1.77	1.10
1902	0.44	1.03	0.60	1.02	2.45	0.87	2.10	6.89	0.25	1.73	1 31	2.38
1903	1.37	1.57	1.30	0.64	2.32	0.58	2.57	1.60	1.76	0.36	1.13	0 98
1904	0.64	0.43	1.15	0.74	0.59	0.98	1.22	1.35	0.67	1.06	1.43	1.11
1905	0.84	0.85	0.81	0.88	2.24	1.36	0.97	1.02	0.74	2.11	0.49	0.42
1906	0 53	1.82	0.52	1.34	1.29	0.69	2.22	0.42	1.52	0.90	0.87	0.69
1907	1.01	0.56	1.13	0.77	1.14	0.65	2.28	15.49	0.50	1.13	0.76	0.78
1908	0.57	0.39	0.61	0.35	1.22	0.66	6.74	1.15	1.10	1.88	0.43	0.52
					5. Fangamalo.							
1903			0.97	1.17	2.81	0.63	1.48	1.49	1.69	0.99	1.46	1.72
1904	1.63	1.17	0.87	1.21	1.16	1.00	1.42	—	—	0.50	0.87	1.15
1905	1.25	1.63	0.76	1.60	1.42	0.69	1.80	0.45	1.13	1.76	1.02	1.28
1906	0.52	0.72	0.77	1.48	2.02	2.04	1.37	1.28	1.78	2.94	1.80	1.36
1907	1.35	0.55	1.11	1.40	0.60	1.00	2.27	11.02	0.67	1.08	1.17	0.73
1908	1.10	1.04	1.07	0.62	0.89	0.68	1.35	1.81	1.00	0.87	1.18	0.09
					6. Falealili.							
1905	1.03	1.26	2.47	3.03	10.81	2.45	10.07	1.89	2.19	7.67	0.93	2.24
1906	1.46	1.31	0.52	2.26	2.50	2.19	3.09	2.93	1.04	3.78	0.96	0.86
1907	0.87	0.76	1.52	0.88	2.59	1.42	2.84	33.73	4.50	3.46	1.89	0.30
1908	0.59	0.80	0.55	0.50	1.46	0.93	13.52	0.78	2.22	1.95	1.75	0.74

Digitized by Google

gelegten Pflanzungen leicht mit den in vorliegender Abhandlung veröffentlichten Ergebnissen in Uebereinstimmung gebracht werden können. Ist nämlich an einem Punkte etwa ein Jahr lang die Regenmenge beobachtet worden, so verschafft man sich die gleichzeitigen Regenmessungen von Songi und bildet für jeden einzelnen Monat das Verhältnis zu Songi. Mit letzteren multipliziert man die in Songi gefundenen langjährigen Mittel, wie sie aus dieser Abhandlung ersichtlich sind, und bekommt auf diese Weise eine angenäherte und schon recht brauchbare Uebersicht über die mittleren Regenverhältnisse der Station.

Eine vorläufige Uebersicht wird natürlich schon durch die später veröffentlichten Regenkarten wie die sonstigen hier gegebenen Untersuchungen gewonnen werden können. Liegen aber noch einzelne Beobachtungen vor, so können diese ersten Schätzungen dadurch leicht wesentlich verbessert werden. Das gilt besonders für die Gegenden auf Savaii und in ganz Südsamoa, in denen Beobachtungen bisher nur sehr spärlich gesammelt worden sind. In dem um Apia gelegenen Hauptpflanzungsbezirke wird es kaum noch nötig sein, neue Beobachtungsstationen zu errichten.

Diskussion der Jahressummen der Regenmenge.

In der folgenden Tabelle sind die beobachteten Jahressummen der Regenmengen für die einzelnen Stationen verschiedener Jahre zusammengestellt und es wird dadurch ein Ueberblick über die Unregelmäßigkeiten der jährlichen Niederschlagssummen ermöglicht. Besonders wichtig sind die Stationen, von denen längere Reihen vorliegen. So schwankt beispielsweise die Jahresmenge von Songi zwischen 4151 mm im Jahre 1892 und 1938 mm im Jahre 1905, also wie 1:2.1; in Vaitele wie 1:2.5, in Mulifanua wie 1:2.0, in Fatuosofia wie 1:2.1. Die anderen wesentlich kürzeren Beobachtungsreihen lassen sich kaum mit diesen längeren Reihen vergleichen. Sie zeigen im Allgemeinen auch denselben Charakter, nur scheinen die Schwankungen auf der Südseite und in größerer Meereshöhe geringer zu sein. Um zu unterscheiden, ob sich die Eigentümlichkeiten der einzelnen Jahre auf der ganzen Insel gleichmäßig bemerkbar machen, sind in der Liste auf S. 59 die Niederschlagssummen der einzelnen Jahre in Prozenten des abgeleiteten Mittels ausgedrückt.

Digitized by Google

Tabelle IV. Jahressummen der Regenmenge in Millimeter.

Stationen	1883	1884	1885	1886	1887	1888	1889	1890	1891	1892	1893	1894	1895
Utumapu	3398	2702	3067	4122	3797	3367	—	—	—	—	—	—	—
Songi	—	—	—	—	—	—	—	(3328)	2875	4151	2471	2541	3273
Vaitele	—	—	—	—	—	—	—	—	2202	2741	2244	2277	3475

Stationen	1896	1897	1898	1899	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908
Ost-Upolu.													
Aleipata	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(2689)	2488	4016	5011
Solaua	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(3522)	4714	(5205)	6634
Lufilufi	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(2222)	3319	(3952)	4551
Pflanzungs-Bezirk Apia.													
Sunga	—	(3030)	3880	3462	2748	3894	3211	2986	3734	1826	2457	3238	4485
Afiamalu	—	—	—	—	—	—	—	5034	5382	3424	3620	5467	—
Songi	2447	2787	3450	3231	2276	2939	2464	3074	3621	1938	2460	3668	—
Mulinuu	—	—	—	—	—	—	—	3174	3399	1748	2173	3238	4388
Vaitele	2536	2761	3186	(2991)	2166	2500	2787	3257	3442	1856	2464	3099	4711
Moamoa	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(3080)	4377	5217
Tuanaimato	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1825	2343	3724	4569
Tanumapua	—	—	—	—	—	—	—	3433	4018	—	—	—	—
Tapatapao	—	—	—	—	—	—	—	—	4516	2358	3153	(4516)	(5319)
Tafaingatā	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1945	2590	4202	4491
Vaipoto	—	—	—	—	—	—	—	3514	3518	1957	2336	3499	4526
Alisā	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2855	4118	4936
Mittel-Samoa.													
Tuvao	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(3220)	(3272)
Afia	2657	—	(2511)	2395	2271	3104	(2121)	—	(2498)	2019	2014	2921	3281
Paepaealā	2819	2323	2125	2929	(2201)	(3178)	—	(2568)	3067	1878	2252	3127	3454
Mulifanua	2338	2019	1792	2331	2082	2550	1958	2845	2456	1414	1901	2769	2763
Fatuosofia	2407	2512	2376	2931	2140	3146	2531	3516	2975	1686	2206	3147	3394
Iva	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(3185)	3017	(4131)
Nord-Savaii.													
Fangamalo	—	—	—	—	—	—	—	(3870)	(4184)	2171	3423	3791	4445
Mumea	—	—	—	—	—	—	—	—	4920	2469	(3937)	—	—
Olonono	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3887	(4638)	—	—
Safune	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(3997)
West-Savaii.													
Falealupo	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(1641)	(1693)	—
Süd-Samoa.													
Salailua	—	—	—	—	—	—	—	(4263)	4924	3212	(2515)	3337	4398
Palauli	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(3272)	3671	(4138)	4528
Saninonga	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(4967)	3299	5740	6740
Falealili	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4553	3831	5447	5044

Digitized by Google

Schwankungen des Erdbodens unter dem Einflusse der Brandung

etwa 100fach vergrössert von Wiecherts 1000 kg-Pendel in Apia aufgezeichnet.

Fig. 1. Brandungsbewegungen an ruhigen Passattagen in Apia (1906, Aug. 20).

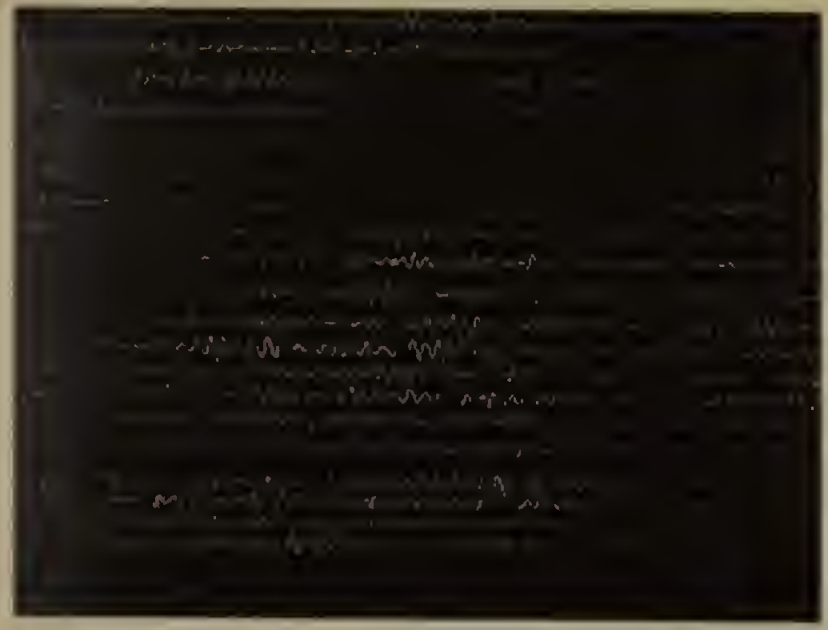


Fig. 3. Sturm in 2000—3000 km Entfernung von Apia (Tahiti?) (1906, Dez. 21).

Fig. 2. Weststurm in Apia (1905, März 8).

Fig. 4. Sturm in Fiji und der Ellice-Gruppe, in 1000 km Entfernung von Apia; in Samoa fast windstill. (1906, März 12.)

54

Ut
So
Va

Al
So
Lt

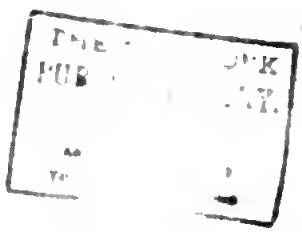
Su
Af
So
Mi
Va
Mc
Tu
Ta
Ta
Ta
Va
Al

Tu
Af
Pa
Mi
Fa
Ivi

Fa
Mi
Ol
Sa

Fa

Sa
Pa
Sa
Fi



Digitized by Google

ZENTRAL-POLYNESIEN
Maßstab im Aquat
Azimutlinien
Ost Karolinen
Marshall Is.
Gilbert Is.
Ellice Is.
Phoenix Is.
Samoa Is.
Fidschi Is.
Tubuai Is.
Paumotu Archipel
Manahiki Is.
Neue Hebriden
Neu Caledonien
Salomonen
Australien
Neuseeland
1000 km
3000 km
4000 km
WNW
NW
NNW
NNE
NE
ENE
E
ESE
SE
SSE
SSW
SW
WSW

Digitized by Google

Photolith d. geogr.-lith. Anst. u. Steindr. v. C. L. Keller, Berlin S.

Übersichtskarte

von

Apia

nach der Seekarte von 1885 - 89 und anderem Material
zusammengestellt und bearbeitet
vom Bureau für Kataster u. Landvermessung d. Kaiserl. Gouvernements

Apia, im April 1901

Maßstab 1 : 25000.

Digitized by Google

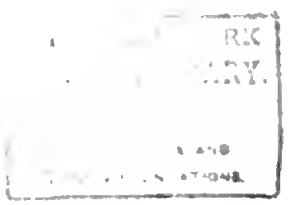


Tabelle V. Die Niederschlagssummen der einzelnen Jahre ausgedrückt in Prozenten von langjährigen Mitteln.

Stationen	1883	1884	1885	1886	1887	1888	1889	1890	1891	1892	1893	1894	1895
Utumapu	100	79	90	121	111	99	—	—	—	—	—	—	—
Songi	—	—	—	—	—	—	—	113	98	141	84	86	111
Vaitele	—	—	—	—	—	—	—	—	80	100	82	83	176

Stationen	1896	1897	1898	1899	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908
Ost-Upolu.													
Aleipata	—	—	—	—	—	—	—	—	—	83	76	124	154
Solaua	—	—	—	—	—	—	—	—	—	77	103	110	145
Lufilufi	—	—	—	—	—	—	—	—	—	70	105	125	144
Pflanzungs-Bezirk Apia.													
Sunga	—	97	125	111	88	125	103	96	120	59	79	104	144
Utumapu	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Afiamalu	—	—	—	—	—	—	—	109	117	74	79	119	—
Songi	83	95	117	110	77	100	84	105	123	66	84	125	—
Mulinuu	—	—	—	—	—	—	—	115	123	63	79	117	159
Vaitele	92	100	116	109	79	91	101	118	125	67	90	113	171
Moamoa	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	91	129	154
Tuanaimato	—	—	—	—	—	—	—	—	—	64	82	130	159
Tanumapua	—	—	—	—	—	—	—	105	123	—	—	—	—
Tapatapao	—	—	—	—	—	—	—	—	130	68	91	130	153
Tafaingatā	—	—	—	—	—	—	—	—	—	64	85	138	148
Vaipoto	—	—	—	—	—	—	—	119	119	66	79	119	153
Alisā	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	88	128	153
Lesea	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel-Samoa.													
Tuvao	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	134	136
Afia	106	—	100	95	91	124	85	—	100	81	80	116	131
Paepaealā	109	90	82	114	85	123	—	100	119	73	87	121	134
Mulifanua	104	90	80	104	93	114	88	127	110	63	85	124	124
Fatuosofia	90	94	89	110	80	118	95	132	112	63	83	118	127
Iva	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	112	106	145
Nord-Savaii.													
Lealatele	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fangamalo	—	—	—	—	—	—	—	117	126	66	104	115	134
Mumea	—	—	—	—	—	—	—	—	116	58	93	—	—
Olonono	—	—	—	—	—	—	—	—	—	63	76	—	—
Safune	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
West-Savaii.													
Falealupo	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	104	108	—
Süd-Samoa.													
Salailua	—	—	—	—	—	—	—	126	145	95	74	99	130
Palauli	—	—	—	—	—	—	—	—	—	88	99	112	122
Saninonga	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	67	116	136
Falealili	—	—	—	—	—	—	—	—	—	103	87	123	114

Digitized by Google

Da sieht man beim Vergleich der einzelnen Stationen recht deutlich, daß einige Jahre in allen Stationen fast ausnahmslos zu trocken oder zu niederschlagsreich sind. Noch deutlicher zeigt das die folgende kleine Uebersicht, in welcher für die einzelnen Klimabezirke Samoas die Mittel gebildet sind.

Tabelle VI.

Mittlere Jahresmengen für die Bezirke in Prozenten des Gesamtmittels.

Jahr	Pflanz.-Bez. Apia
1883	(109)
1884	(79)
1885	(90)
1886	(121)
1887	(111)
1888	(99)
1889	—
1890	(113)
1891	89
1892	120
1893	83
1894	84
1895	118

Jahr	Ost Upolu	Pflanz.-Bez. Apia	Mittel Samoa	Nord Savaii	West Savaii	Süd Samoa	Mittel
1896	—	88	102	—	—	—	(95)
1897	—	97	91	—	—	—	(94)
1898	—	119	88	—	—	—	(104)
1899	—	110	103	—	—	—	(106)
1900	—	81	87	—	—	—	(84)
1901	—	105	120	—	—	—	(112)
1902	—	96	89	—	—	—	(92)
1903	—	107	120	(117)	—	(126)	118
1904	—	122	110	121	—	(145)	124
1905	77	66	70	62	—	96	74
1906	95	84	90	91	(104)	82	91
1907	120	123	120	115	(108)	112	116
1908	148	155	133	134	—	126	129

Die nur auf einer einzigen Station beruhenden Werte sind eingeklammert. 1883—88 (Utumapu) ist ohne Anschluß an die übrige Gesamtreihe von Songi.

Als sehr trockene Jahre haben zu gelten: 1884, 1893, 1894, 1900, besonders aber 1905; als niederschlagsreich die Jahre 1886, 1892, 1901, 1903 und 1904, 1907 und 1908. Auch aus dieser Tabelle sieht man deutlich die Uebereinstimmung in den verschiedenen klimatischen Bezirken.

Regenkarten von Samoa.

Am Schlusse dieser Abhandlung sind die abgeleiteten Monatsmengen kartographisch aufgetragen und die Linien gleicher Regenhöhe gezogen. Man erkennt auf der Tafel I, welche die Verteilung der Niederschlagsmenge darstellt, deutlich, daß die größten Regenmengen im Innern der Inseln, und zwar etwas nach der Südseite zu, niederfallen. Besonders in Upolu ließen sich die Linien gleichen Niederschlags mit einiger Sicherheit ziehen, während im Innern von Savaii die Linienziehung noch sehr willkürlich ist und bisweilen auf Analogieschlüssen von Upolu, größtenteils jedoch auch auf Schätzungen und Erkundigungen bei Ansiedlern und Eingeborenen beruht.

Digitized by Google

Tabelle VII. Abgeleitete mittlere Monatsmengen des Niederschlags.

Stationen	Jan.	Febr.	Mars	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
I. Ost-Upolu.													
Aleipata	385	380	329	362	211	135	165	83	188	257	449	322	3266
Solaua	603	435	471	437	270	211	191	201	292	344	464	672	4591
Lufilufi	397	361	352	381	204	184	105	130	152	187	381	320	3154
Mittel	462	392	384	393	228	177	154	138	211	263	431	438	3670
II. Pflanzungs-Bezirk Apia.													
Sunga	481	504	384	288	148	131	71	103	152	164	295	366	3107
Utumapu	632	363	444	229	111	178	177	113	285	247	235	419	3433
Afiamalu	754	772	538	419	246	173	128	159	214	226	469	504	4602
Songi	446	422	368	287	135	147	70	98	146	182	277	366	2944
Mulinuu	471	449	330	263	124	130	64	76	138	153	253	307	2758
Vaitele	408	433	350	275	118	138	71	85	139	179	255	306	2751
Moamoa	538	431	396	340	190	145	84	122	158	192	341	459	3396
Tuanaimato	455	398	349	294	120	131	63	93	149	146	289	371	2858
Tanumapua	575	549	415	257	156	112	91	104	141	162	266	451	3279
Tapatapao	502	491	419	235	181	163	107	89	188	255	361	490	3481
Tafaingatä	432	431	390	336	136	135	80	75	159	191	280	393	3038
Vaipoto	496	512	342	261	136	140	66	73	157	158	243	362	2946
Alisä	476	377	390	347	158	161	119	78	166	262	295	400	3229
Lesea	217	557	279	375	130	168	51	93	126	313	355	307	2971
Mittel	492	478	385	300	149	147	88	98	166	204	301	393	3200
III. Mittel-Samoa.													
Tuvao	345	326	310	213	88	129	92	85	179	220	132	286	2405
Afia	326	327	300	225	118	155	95	123	121	202	245	268	2505
Paepaealä	360	352	321	226	125	133	94	89	120	161	253	342	2576
Mulifanua	310	300	265	160	105	114	88	84	111	156	245	298	2236
Fatuosofia	323	309	280	214	168	140	132	111	140	224	277	350	2668
Iva	355	286	372	186	223	178	174	135	157	201	292	295	2854
Mittel	336	317	308	204	138	142	112	104	138	194	241	306	2541
IV. Nord-Savaii.													
Lealatele	439	289	142	560	212	166	68	70	242	437	283	590	3498
Fangamala	550	419	344	348	194	140	109	128	170	219	350	338	3309
Mumea	727	588	316	359	238	210	95	151	285	333	391	580	4223
Olonono	802	1097	412	591	237	258	126	197	200	519	511	1184	6134
Safune	383	248	466	169	106	63	124	179	116	115	129	337	2435
Mittel	580	528	336	406	197	167	104	145	203	325	333	596	3920
V. West-Savaii.													
Falealupo	121	275	230	221	139	56	37	54	81	94	177	85	1570
VI. Süd-Samoa.													
Saiailua	370	319	364	198	300	145	269	271	245	289	316	303	3389
Palauli	323	521	282	343	259	141	371	244	224	352	345	302	3707
Saninonga	457	627	408	380	408	218	497	273	298	626	345	424	4961
Falealili	361	379	371	356	332	244	439	222	366	646	419	284	4419
Mittel	378	462	356	319	325	187	394	252	283	478	356	328	4119

Digitized by Google

Einige weitere Schlüsse lassen sich noch daraus ziehen, insbesondere eine allgemeine Abnahme des Niederschlags von Osten nach Westen, also in der Richtung des Passats; infolgedessen ist auch der Nordwestzipfel, das Kap Falealupo, mit 1600 mm Niederschlag im Jahre das trockenste Gebiet, während im Innern über 6000 mm gemessen werden könnten, d. h. also auf den kleinen Samoainseln, welche eine größte Erstreckung von 160 km haben, kommen Verschiedenheiten in den Niederschlagsverhältnissen von 1:4 vor. Im allgemeinen scheinen im Innern von Savaii größere Niederschlagssummen als im Innern von Upolu vorzukommen, was wohl hauptsächlich darauf zurückzuführen ist, daß die Insel eine größere Breite und höhere Berge besitzt, und infolgedessen die regenspendende Wirkung der Gebirge mehr zur Geltung kommt. Auf Upolu ist ebenfalls die Nordwestecke am trockensten, weil sie genau leewärts des Gebirgsmassivs liegt, wenn man die mittleren Windverhältnisse (Ostsüdost) zu grunde legt.

Jährliche Schwankungen der Regenmenge.

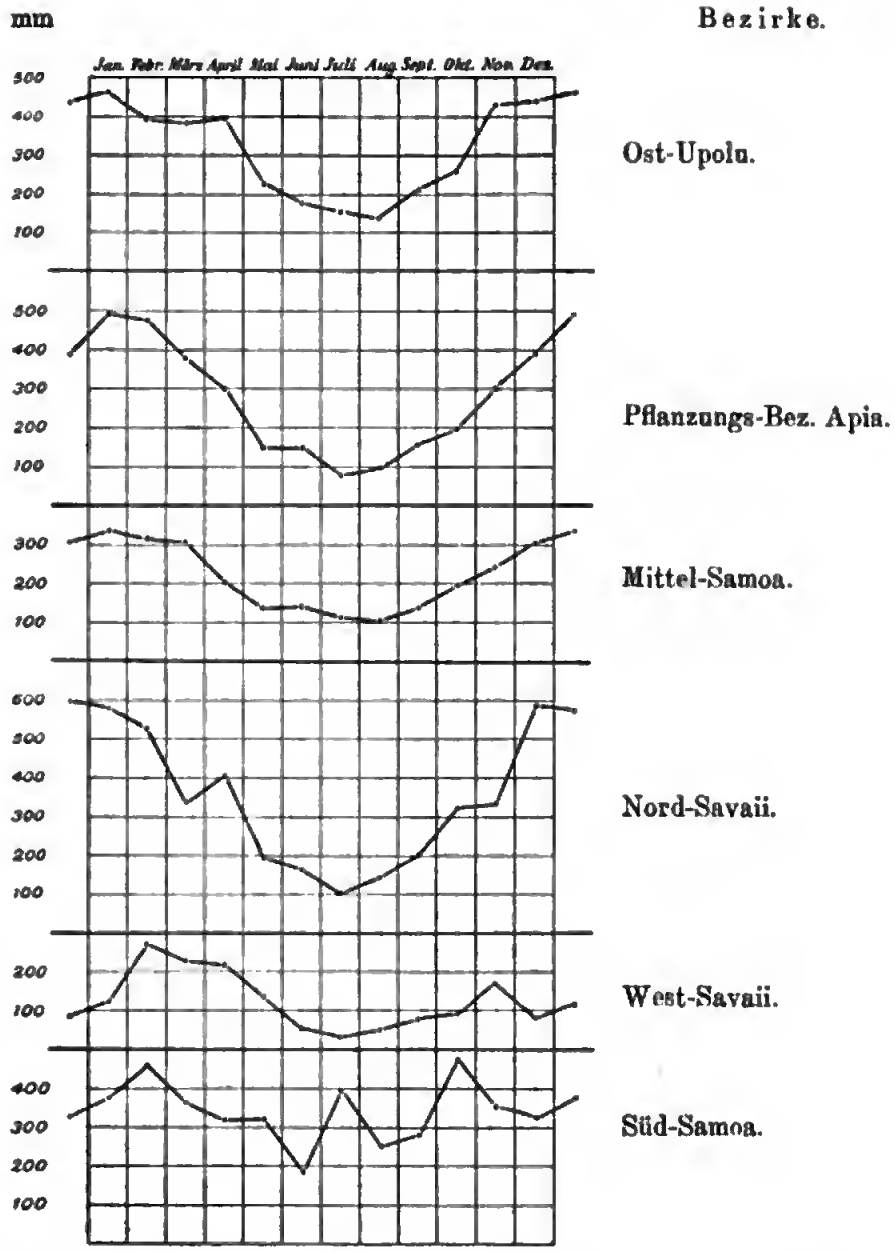
Ein genaueres Bild über die Eigentümlichkeiten des Niederschlags bekommen wir erst, wenn wir den jährlichen Verlauf in Betracht ziehen. Wir gründen sie auf die Tabelle VII, aus der die mittleren monatlichen Regenmengen, wie sie nach den eingangs erwähnten Reduktionen und Interpolationen abgeleitet sind, hervorgehen.

Der jährliche Verlauf wird besonders deutlich gemacht, wenn die Ergebnisse der Beobachtungen an den verschiedenen Stationen zu Mittelwerten aus den 6 unterschiedenen Klimadistrikten vereinigt werden, wie es in nebenstehender Abbildung geschehen ist. Da zeigt sich dann ein ausgesprochener jährlicher Gang mit einem Hauptminimum im südlichen Winter, also zur Zeit des tiefsten, und einem Maximum zur Zeit des höchsten Sonnenstandes.

Für die Pflanzungen ist es natürlich von Vorteil, daß dieser jährliche Gang möglichst gering ist. Insofern muß man also Süd-Samoa als den für Pflanzungen geeignetsten Teil hinstellen, besonders da seine Jahresmenge verhältnismäßig hoch ist. Erstaunlicherweise befinden sich bisher nur sehr wenige Pflanzungen in dieser Gegend. — Es würde dann Mittel-Samoa kommen, das allerdings nur eine Regenmenge von 2500 mm aufweist. Ost-Upolu, das eine gleich geringe jährliche Schwankung aufweist, verfügt über eine Jahressumme von 3700 mm, also das $1^1/_2$ fache. Am größten ist die jährliche Schwankung in Nordwest-Savaii, welches mit der jährlichen Niederschlagssumme von 1600 mm auch der trockenste und daher für Pflanzungen ungeeignetste Teil Samoas ist. Ebenso dürfte im Pflanzungsdistrikt Apia, sowie in Nord-Savaii, welche beiden Teile bisher am meisten zu Pflanzungen benutzt werden, die große jährliche Schwankung von 1:5.7 bzw. 1:5.8 häufig unangenehm empfunden werden, wie es ja auch die Tatsachen in manchen Jahren bewiesen haben.

Die Kurve, welche in der Abbildung auf Seite 63 den jährlichen Verlauf der Regenmenge auf den Südküsten darstellt, weicht, auch wenn man von den

Digitized by Google



Figur 1.

Abgeleitete mittlere Monatsmengen des Niederschlages in den verschiedenen klimatischen Bezirken von Samoa.

Tabelle VIII.

Mittlere Niederschlagsmenge im trockensten und feuchtesten Monat.

Bezirke	trockenster Monat	feuchtester Monat	Verhältnis
Ost-Upolu	138 mm	462 mm	1 : 3.3
Pflanz.-Bez. Apia	88	492	1 : 5.8
Mittel-Samoa	104	336	1 : 3.2
Nord-Savaii	104	596	1 : 5.7
Nordwest-Savaii	37	275	1 : 7.4
Süd-Samoa	187	478	1 : 2.6

Unregelmäßigkeiten in der Mitte des Jahres absieht, erheblich und grundsätzlich von den übrigen ab. Sie zeigt, daß es auf der Südküste eigentlich zwei Zeiten größter Regenmenge gibt, nämlich im Februar und im Oktober, und das erklärt sich zwanglos aus den Windverhältnissen Samoas. Wie oben angeführt, herrscht im Laufe des südlichen Winters, also vom Mai bis Oktober, fast ununterbrochen Südostpassat, welcher Mitte des Jahres sehr häufig direkt südliche Richtung hat. Infolgedessen sind in der Passatzeit die Südküsten als Luvküsten regenreicher als die Nordküsten. Im Sommer hingegen, also im November bis April, herrschen ebenso häufig nördliche und westliche Winde vor, wodurch in dieser Jahreszeit die Regenmenge auf Nord- und Südküste gleich verteilt wird.

Außer dem durch die jährliche Periode der Windrichtung hervorgerufenen jährlichen Gange der Niederschlagsmenge, welcher also auf den Nordküsten ein Maximum im Sommer, auf den Südküsten ein Maximum in der Passatzeit bewirken würde, erzeugt die Veränderung der Sonnenhöhe im Laufe des Jahres ein Maximum zur Zeit des höchsten Sonnenstandes, also im Sommer, und ein Minimum zur Zeit der Passatzeit, und zwar auf Nord- und Südküste in gleicher Weise. Diese beiden periodischen Wirkungen überlagern sich dann so, daß sich die beiden Maxima auf der Nordseite verstärken und dort zu dem stark ausgeprägten jährlichem Gange Veranlassung geben. Auf der Südküste aber steht dem Maximum zur Zeit des höchsten Sonnenstandes ein relatives Minimum wegen der häufigen Nord- und Westwinde gegenüber. Die Folge davon ist, daß sich beide aufheben und sich zwei Maxima in den Uebergangszeiten bilden, nämlich im Februar und Oktober. Auch in West-Savaii, dessen Regenmenge ja ebenfalls von südlichen Winden beeinflußt wird, zeigen sich die beiden Maxima in den Uebergangszeiten, wenngleich stark nach der sommerlichen Regenzeit verschoben, also im November und Februar.

Digitized by Google

Tabelle IX. Verhältnis des trockensten zum feuchtesten Monat in Prozenten.

Stationen	1890	91	92	93	94	95	96	97	98	99	1900	01	02	03	04	05	06	07	08
Ost-Upolu.																			
Aleipata	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13	23	8	10
Solaua	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19	23	1	18
Lufilufi	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	23	10	9
Pflanzungs-Bez. Apia.																			
Sunga	—	4	—	—	—	—	—	6	7	6	2	2	2	13	9	7	22	2	3
Utumapu	—	—	3	10	11	14	8	10	3	(Die Zahlen beziehen sich auf 1882—1888)									
Afiamalu	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14	12	18	35	2	—
Songi	5	4	27	10	9	19	0	13	15	4	1	1	2	17	19	4	17	1	—
Mulinuu	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	15	3	16	1	4
Vaitele	—	4	16	10	4	11	0	10	12	5	2	0	2	12	13	16	15	1	5
Moamoa	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	1	5
Tuanaimato	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	16	0	4
Tanumapua	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	11	—	—	—	—
Tapatapao	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16	15	21	1	9
Tafaingatā	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	16	0	7
Vaipoto	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	10	4	17	0	6
Alisā	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25	1	7
Lesea	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—
Mittel-Samoa.																			
Tuvao	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	7
Afia	—	—	—	—	—	—	1	—	17	15	5	10	10	—	17	3	27	14	9
Paepaealā	—	—	—	—	—	—	1	8	14	7	2	4	—	32	10	0	21	12	13
Mulifanua	—	—	—	—	—	9	1	9	7	10	3	1	10	14	13	10	18	10	9
Fatuosofia	—	—	—	—	—	—	1	8	24	5	4	5	1	19	24	11	24	17	19
Iva	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35	5	13
Nord-Savaii.																			
Lealatele	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fangamalo	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	22	8	5	17	8	3
Mumea	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	6	17	—	—
Olonono	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18	7	—	—
Safune	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7
West-Savaii.																			
Falealupo	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13	1	—
Süd-Samoa.																			
Salailua	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18	20	13	21	13	20
Palauli	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	12	11	32
Saninonga	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16	31	30	18
Falealili	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19	28	14	13

Für die starken Unterschiede in der Regenmenge der Südseite zwischen Mai und August fehlt uns vorläufig eine Erklärung und wir neigen dazu, sie als zufällig hinzustellen, solange sie nicht durch weitere Beobachtungen bestätigt werden.

Um den jahreszeitlichen Unterschied zu zeigen, haben wir die mittleren monatlichen Regenmengen im Januar und Juli, also in den exstremsten Monaten, in den Tafeln II und III kartographisch zum Ausdruck gebracht. Da sieht man deutlich, daß im Juli (Passatzeit) die Südküsten die weitaus größten Regen-

mengen besitzen, während im Januar (Regenzeit) die Maxima ziemlich symmetrisch liegen nnd zwischen Nord- und Südküste ein wesentlicher Unterschied nicht besteht. Die Maxima fallen im Januar ziemlich genan mit dem Gebirgskamme zusammen, da ja sowohl Nordwinde als auch Südwinde hier ein Maximum des Niederschlags hervorrufen. Wieder scheint in der breiteren Insel Savaii mit ihren höheren Gebirgszügen der Niederschlag ein höheres Maximum zu haben.

Die trockenen Monate.

In den vorigen Ausführungen war stets auf die mittleren Verhältnisse Bezug genommen, wie sie sich etwa im 18jährigen Mittel heransstellen würden. Für Pflanzungen, sowie überhaupt für die Beurteilnng des Klimas, ist es aber von Wichtigkeit, die jährliche Schwankung in jedem einzelnen Jahre zu kennen. Besonders wichtig ist die Kenntnis, wie häufig trockene Monate vorkommen. Allzn niederschlagsreiche Monate sind für Pflanzungen wenig gefährlich. Aber wie die Erfahrung gelehrt hat, genügt schon ein einziger regenloser Monat, um erheblichen Schaden am Kakao anzurichten und anch eine Mißernte der Kokosplantagen zn bewirken. Wir geben, um dies zu illustrieren, auf Seite 65 eine Tabelle über das Verhältnis des trockensten znm feuchtesten Monat in jedem Jahre, also die unperiodische jährliche Schwankung der Monatsmittel, in Prozenten der Niederschlagsmenge des regenreichsten Monats.

Es geht darans hervor, daß in verschiedenen Jahren dieses Verhältnis außerordentlich klein war, während es auch in den besten Monaten und den günstigsten Distrikten immer noch unter 36 % bleibt.

In der folgenden Tabelle sind die Mittel für die einzelnen Stationen und klimatischen Distrikte gebildet.

Tabelle X. Verhältnis des trockensten zum fenchtesten Monate in Prozenten. Mittel für die einzelnen Stationen aus den vorhandenen Beobachtungen.

Ost-Upolu	[14]	Tanumapua	10	Nord-Savaii	[11]
Aleipata	14	Tapatapao	12	Lealatele	—
Solana	15	Tafaingatā	7	Fangamalo	10
Lufilufi	14	Vaipoto	7	Mumea	11
		Alisā	11	Olonono	12
Pflanz.-Bezirk Apia	[9]	Lesea	(3)	Safune	(7)
Sunga	6				
Utumapu	9	Mittel-Samoa	[12]	West-Savaii	[7]
Afiamalu	17	Tuvao	(4)	Falealupo	7
Songi	9	Afia	12	Süd-Samoa	[19]
Mulinuu	8	Paepaealā	10	Salailua	19
Vaitele	8	Mulifanua	9	Palauli	15
Moamoa	9	Fatuossofia	12	Saninonga	24
Tuanaimato	8	Iva	17	Falealili	17

Digitized by Google

Es ergibt sich als Regenmenge des trockensten im Verhältnis zum feuchtesten Monat für die Nordküste 11 %, für die Südküste 19 %, als Gesamtmittel 15 %. Ungünstig sind danach West-Savaii, der Pflanzungs-Bezirk Apia, Nord-Savaii und Mittel-Samoa, normal ist Ost-Upoln, am günstigsten wieder Süd-Samoa. Hier kommen trockene Monate so gut wie garnicht vor. In der Umgebung von Apia, noch mehr aber in West-Savaii, sind sie verhältnismäßig häufig.

Die folgende Tabelle gibt dieselben Verhältnisse für die einzelnen Jahre zusammengestellt.

Tabelle XI. Verhältnis des trockensten zum feuchtesten Monate in Prozenten. Mittel für die einzelnen Jahre.

Jahr	Ost-Upolu	Pflanz.-Bez. Apia	Mittel-Samoa	Nord-Savaii	West-Savaii	Süd-Samoa	Mittel
1883		(10)					
84		(11)					
85		(14)					
86		(8)					
87		(10)					
88		(3)					
89							
90		(5)					
91		4					
92		22					
93		10					
94		6					
95		15	(9)				(12)
96		0	1				(0)
97		10	8				(9)
98		11	15				(13)
99		5	9				(7)
1900		2	4				(3)
01		1	5				(3)
02		2	7				(4)
03		12	22	(22)		(18)	19
04		12	16	9		(20)	14
05	15	8	6	10		13	10
06	23	22	25	17	(13)	22	20
07	6	1	10	(8)	1	19	7
08	12	6	12	5	—	21	11

Besonders nngünstig gewesen sind hiernach die Jahre 1888, 1891, 1894, 1896, 1900, 1901, 1902 nnd 1907, besonders günstig waren 1885, 1892, 1895, 1898, 1903, 1904, 1906 und 1908. Es ist mit Sicherheit zn vermnten, daß die Jahresabschlüsse der großen Handels- und Pflanzungs-Gesellschaften, ferner die Zolleinnahmen der Regierungen im ähnlichen Sinne variieren. Diese Trockenheits-

Digitized by Google

verhältnisse zeigen sich in allen 6 Distrikten außerordentlich gleichmäßig, gleichmäßiger noch, als die früher beobachteten Jahresmengen des Niederschlags. Betrachten wir nur die 14 Jahre 1895—1908, so sehen wir darin 5 ungünstige Jahre, also mehr als $^1/_3$. Von 1900 bis 1902 folgen drei solcher nngünstigen Jahre hintereinander. Es ist wohl dieses die Ursache, weshalb der im Jahre 1902 entsandte Sachverständige für Pflanzungswesen, Professor Dr. Wohltmann, zu einem verhältnismäßig nngünstigen Urteil über Samoa gekommen ist, während Professor Dr. Preuß, welcher im trockensten Jahr 1907, aber nachdem nnter den vier letzten Jahren drei günstige vorhergegangen waren, Samoa aufsnchte, einen erheblich günstigeren Eindruck erhielt.

Man kommt demnach zu dem Schlusse, daß die jährliche Regenmenge nicht der ausschlaggebende Faktor bei der Beurteilung der Frnchtbarkeit eines Jahres ist. Besser ist schon das Verhältnis des trockensten zum feuchtesten Monat, wie soeben ansgeführt.

Am einfachsten scheint es nns jedoch, die Niederschlagsmenge des trockensten Monats eines Jahres als Argument zu benntzen, wobei alle Jahre mit Monatssummen nnter 50 mm als ungünstig zn bezeichnen sind. Tabelle XII soll das illustrieren.

Tabelle XII. Anzahl der Jahre mit trockenstem Monate nnter 50 mm Regen.

Stationen	Jahre mit tr. Monat.	Beobacht.-Jahre überhaupt	Prozente		Stationen	Jahre mit tr. Monat.	Beobacht.-Jahre überhaupt	Prozente	
Aleipata	0	4	0	Mittel 17% Ost-Upolu.	Afia	3	11	27	Mittel 49% Mittel-Samoa
Solana	1	4	25		Paepaeatā	6	12	50	
Lufilufi	1	4	25		Mulifanua	9	14	64	
					Fatuossofia	7	13	54	
Sunga	9	13	69	Mittel 51% Pflanz.-Bez. Apia	Iva	1	3	25	
Utumapu	3	7	43						
Afiamalu	1	5	20		Fangamalo	2	6	33	Mittel 27% Nord-Savaii
Songi	10	18	55		Mumea	1	3	33	
Mulinuu	3	6	50		Olonono	0	2	0	
Vaitele	10	18	55						
Moamoa	1	3	33		Salailua	0	6	0	Mittel 6% Süd-Samoa
Tuanaimato	3	4	75		Palauli	1	4	25	
Tanumapua	1	3	50		Saninonga	0	4	0	
Tapatapao	1	5	20		Falealili	0	4	0	
Tafaingatā	2	4	50						
Vaipoto	2	6	33						
Alisā	1	2	50						

Anch aus dieser Tabelle folgt also, daß Süd-Samoa nnr 6 % Jahre mit trockenen Monaten besitzt, somit den ersten Rang nnter den Bezirken einnimmt; es folgen

dann Ost-Upolu und in weiterem Abstande Nord-Savaii, während in Mittel-Samoa und dem Pflanzungsbezirk Apia etwa jedes zweite Jahr einen Trockenmonat aufweist.

Die Zunahme der Regenmenge mit der Höhe.

Während bisher die Beobachtungsresultate mehr nach der praktischen und statistischen Seite hin behandelt wurden, soll im Folgenden der Versuch gemacht werden, Resultate auch theoretischer Natur aus ihnen zu ziehen. Ein besonders interessantes Problem bei derartig ziemlich gleichmäßig gebauten Inseln, die in einem gleichmäßigen Klima gelegen sind, ist die Zunahme der Regenmenge mit der Höhe. Diese ist natürlich abhängig einerseits von dem Böschungswinkel der Gebirge, andererseits von der Windrichtung.

Um bei der Untersuchung des Einflusses der Meereshöhe auf die Regenmenge von den Verschiedenheiten der beiden horizontalen Koordinaten frei zu werden, empfiehlt es sich, diese Betrachtung innerhalb jedes Bezirkes für sich durchzuführen. Es kommen hier nur vier von den sechs Bezirken in Frage; denn Mittel-Samoa enthält nur Stationen von geringer Meereshöhe und West-Savaii enthält überhaupt nur eine einzige Station.

Für die vier übrig bleibenden Bezirke ergibt eine graphische Reduktion folgende Werte für die Jahresmenge am Meeresspiegel und die Zunahme für je 100 m Erhebung:

	Jahresmenge in 0 m Meereshöhe		Zunahme pro 100 m Erhebung
1) Ost-Upolu	3270 mm	und	15 %
2) Pfl.-Bez. Apia	2800 „	„	10 %
3) Nord-Savaii	3100 „	„	29 %
4) Süd-Samoa	3600 „	„	19 %.

Das Mittel aus den vier Prozentsätzen ergibt etwa $18^1/_2$ %, wobei den Beobachtungen in Süd-Samoa die von den drei andern Bezirken zusammengenommen als Nord-Samoa mit gleichem Gewichte gegenübergestellt worden sind.

Dieses Ergebnis besagt, daß man, um die Zunahme der jährlichen Regenmenge von einer Station im Meeresspiegel bis zu einer benachbarten Station in Prozenten der ersteren zu erhalten, die Meereshöhe der letzteren, ausgedrückt in Metern, durch $5^1/_2$ zu teilen hat. Demzufolge wird also im Durchschnitt auf Samoa eine Station von 550 m Meereshöhe die doppelte jährliche Regenmenge, eine solche von 1100 m Meereshöhe die dreifache jährliche Regenmenge einer benachbarten Küstenstation erwarten lassen. Uebrigens ist es natürlich zweifelhaft, ob die lineare Zunahme auch bei größeren Meereshöhen noch gilt, da die höchste der in der vorliegenden Untersuchung benutzten Stationen, Afiamalu, nur eine Meereshöhe von etwas über 600 m besitzt. Ob gar bei den auf Samoa vorkommenden Erhebungen vielleicht die Maximalhöhe des Niederschlags überschritten wird, ist aus den vorliegenden Messungen natürlich nicht festzustellen.

Digitized by Google

In gleicher Weise wie die Gesamtjahressumme, ist auch die während der beiden Monate Januar und Juli gemessene Monatsregenmenge auf den Einfluß der Meereshöhe hin untersucht worden. Für die obenbezeichneten vier Bezirke ergab sich:

	Ost-Upolu	Pfl.-B. Apia	Nord-Savaii	Süd-Samoa
Januar	380 mm	450 mm	470 mm	340 mm
	20 %	11 %	26 %	16 %
Juli	140 mm	65 mm	80 mm	350 mm
	14 %	20 %	18 %	22 %.

Vereinigen wir die drei für die Bezirke Ost-Upolu, Pflanzungsbezirk Apia und Nord-Savaii gefundenen Werte zu einem für die Nordseite gültigen Mittelwert und stellen ihn dem für Süd-Samoa gefundenen gegenüber, so erhalten wir:

im Januar für Nord-Samoa 18.7 %, für Süd-Samoa 15.9 %
„ Juli „ „ „ 17.3 %, „ „ „ 22.0 %.

Im Juli also ist die stärkste Zunahme der Regenmenge mit der Höhe auf der Südseite, welche in diesem Falle die Luvseite ist, zu suchen, während im Januar, wo die Nordseite Luvseite ist, auf dieser der größere Wert gefunden wird. Es entspricht das vollkommen den herrschenden Ansichten über die Regenentstehung. Die meisten Regenmengen werden fallen, wenn der Wind gegen das Gebirge weht, also die feuchte Luft zum Aufsteigen gezwungen wird; nur in diesem Falle kann man auch eine Zunahme des Regens mit der Höhe erwarten. Bei ablandigen Winden wäre hierfür keine Erklärung vorhanden.

Als Gesamtmittel folgt für den Januar die Zunahme 17.3. Im Juli ist sie aber 19.6 %, also wesentlich mehr als für das ganze Jahr.

Einfluss der Horizontal-Koordinaten auf die Regenmengen.

Zur Untersuchung des Einflusses der Horizontal-Koordinaten auf die Regenmengen empfiehlt es sich, die Zunahme mit der Meereshöhe zu eliminieren, indem man die mittleren Regenmengen jeder Station auf den Meeresspiegel reduziert. Dieses ist in der folgenden Tabelle XIII für den Monat Januar und Juli und für die ganze Jahressumme geschehen. Hierbei sind ohne Unterscheidung der Bezirke für das Jahr und auch für den Januar die einheitlichen Beträge von $14\,\% = \frac{100}{7}$, für den Juli $20\,\% = \frac{100}{5}$ als Zunahme bei der Erhebung um 100 m gerechnet worden, wobei nicht die für die drei nördlichen Bezirke gefundenen Werte mit gleichem — die der Südseite mit dreifachem — Gewichte benutzt sind, sondern jeder Station gleiches Gewicht beigelegt worden ist.

Die Zahlen für den Meeresspiegel sind, der zu erwartenden Genauigkeit entsprechend, auf volle Zehner von mm abgerundet worden.

Zur besseren Veranschaulichung sind die Werte der Tahelle XIII auf Tafel IV kartographisch aufgetragen. Hier tritt insbesondere für die stärker mit Stationen besetzte und daher genauer zu studierende Insel Upolu sowohl auf der Jahreskarte, wie besonders auf der für den Monat Juli gezeichneten die hervorragende

Digitized by Google

Tabelle XIII.

Stationen	H = Höhe in 100 m	Red. Faktor $1+\frac{H}{7}$	Regenmenge im Jahr		Regenmenge im Januar		Red. Faktor $1+\frac{H}{5}$	Regenmenge im Juli	
			Abgeleit. mm	Red. auf Meeressp.	Abgeleit. mm	Red. auf Meeressp.		Abgeleit. mm	Red. auf Meeressp.
Ost-Upolu.									
Aleipata	0.05	1.01	3266	3230	385	380	1.01	165	160
Solaua	3.00	1.43	4591	3210	603	420	1.60	191	120
Lufilufi	0.20	1.03	3154	3060	397	390	1.04	105	100
Mittel	1.08	1.16	3670	*3170*	462	*397*	1.22	154	*130*
Pfl.-Bez. Apia.									
Sunga	0.20	1.03	3107	3010	481	470	1.04	71	70
Utumapu	2.60	1.37	3433	2510	632	460	(1.52)	(177)	(120)
Afiamalu	6.00	1.86	4602	2470	754	410	2.20	128	60
Songi	0.05	1.01	2944	2910	446	440	1.01	70	70
Mulinuu	0.05	1.01	2758	2730	471	470	1.01	64	60
Vaitele	0.15	1.02	2751	2700	408	400	1.03	71	70
Moamea	0.60	1.09	3396	3120	538	490	1.12	84	70
Tuanaimato	0.40	1.06	2858	2700	455	430	1.08	63	60
Tanumapua	2.00	1.29	3253	2520	687	530	1.40	60	40
Tapatapao	3.00	1.43	3481	2430	502	350	1.60	107	70
Tafaingatā	1.40	1.06	3038	2870	432	410	1.28	80	60
Vaipoto	2.00	1.29	2946	2280	496	380	1.40	66	50
Alisā	2.40	1.34	3229	2410	476	360	1.48	119	80
Lesea	0.90	1.13	2971	2630	217	190	1.18	51	40
Mittel	1.54	1.21	3198	*2670*	500	*410*	1.29	80	*60*
Mittel-Samoa.									
Tuvao	0.30	1.04	2405	2310	345	330	1.06	92	90
Afia	0.20	1.03	2505	2430	326	320	1.04	95	90
Paepaealā	0.50	1.07	2576	2410	360	340	1.10	94	90
Mulifanua	0.05	1.01	2236	2210	310	310	1.01	88	90
Fatuosofia	0.05	1.01	2668	2640	323	320	1.01	132	130
Iva	0.10	1.01	2854	2830	355	350	1.02	174	170
Mittel	0.20	1.03	2541	*2470*	337	*330*	1.04	112	*110*
Nord-Savaii.									
Lealatele	0.20	1.03	3498	3400	439	430	1.04	68	70
Fangamalo	0.05	1.01	3309	3280	550	540	1.01	109	110
Mumea	1.20	1.17	4223	3610	727	620	1.24	95	80
Olonono	3.00	1.43	6134	4290	802	560	1.60	126	80
Safune	0.20	1.03	2435	2360	383	370	1.04	124	120
Mittel	0.99	1.14	3920	*3360*	580	*500*	1.19	104	*90*
West-Savaii.									
Falealupe	0.05	1.01	1570	*1550*	121	*120*	1.01	37	*40*
Süd-Samoa.									
Salailua	0.10	1.01	3389	3360	370	370	1.02	269	260
Palauli	0.05	1.01	3707	3670	323	320	1.01	371	370
Saninenga	2.00	1.29	4961	3850	457	360	1.40	497	350
Falealili	0.10	1.01	4419	4370	361	360	1.02	439	430
Mittel	0.56	1.08	4119	*3810*	378	*350*	1.11	394	*350*

Digitized by Google

Begünstigung des Südens zutage. Man sieht sogleich, daß die Regenzeit für die Nordküste den Januar enthält. Im Juli erhält die Nordküste unter 100 mm Regen, die Südküste aber mehr als 400 mm. Dieser große Unterschied ist im Januar fast vollkommen ausgeglichen. Auf Savaii zeigen die beiden extremsten Monatskarten analoge Verhältnisse. Auch hier finden wir im Januar ein Zusammendrängen der Regenkurven im Norden, im Juli dagegen ein weites Auseinandergehen auf der Nordhälfte der Insel, während sich das Maximum um diese Zeit gerade auf der Südküste zu befinden scheint. Auf beiden Karten zeigt der westliche Teil des Pfl.-Bez. Apia eine auffallende Einbuchtung der Kurven in der Weise, daß eine Verminderung des Niederschlags im Verhältnis zu den Nachbargegenden angedeutet wird. Auch über dem nördlichsten Teile der Insel Savaii befindet sich eine entsprechende Einbuchtung, sodaß man sich dem Eindrucke nicht entziehen kann, als ob leewärts des Nordkaps jeder der beiden Inseln die regenbringenden Passatböen durch die herrschende Luftströmung auf das Meer getrieben und vom Lande ferngehalten würden. Die betrachteten Gegenden befinden sich für die genau in der Richtung des Passats, also auch der Längserstreckung der Insel auftretenden Winde eben auf der Leeseite des Kaps.

Daß diese Wirkung im Januar in Olonono weniger deutlich hervortritt, kann damit zusammenhängen, daß gerade in der Regenzeit 1905/06, wo der südöstlich Olonono gelegene neue Vulkan vom August 1905 soeben ein großes Lavafeld geschaffen hatte, die auf dem erhitzten Untergrunde zum Aufsteigen gebrachten Luftmengen in der Gegend um Olonono häufig Regen hervorgerufen haben. (Siehe Tafel I am Ende der Abhandlung.)

Regentage.

Zwei Orte, an denen die gleichen monatlichen Regenmengen gemessen werden, können sich wesentlich dadurch unterscheiden, daß sich die gefallene Regenmenge bei dem einen Orte auf eine erheblich größere Anzahl von Tagen verteilt als beim anderen. Um von dem Klima eines Ortes eine genauere Vorstellung zu bekommen, wird man also die Anzahl der Regentage jedes Monats zu zählen haben und ihre Mittelwerte als charakteristische Kennzeichen betrachten müssen. In Tabelle XIV findet man daher die Regentage aller vorliegenden Monate mitgeteilt, sowie die jährlichen Gesamtzahlen der Regentage, diese in Klammern, wenn einzelne Monate des betreffenden Jahres fehlen.

Bei der Berechnung der mittleren Anzahl der Regentage für die verschiedenen Beobachtungsorte wurde es bei den kurzen Reihen noch störender als bei den Regenmengen empfunden, daß die Reduktion auf Songi nur auf so wenig Material beruht. Um wenigstens bei den Stationen, wo auch noch das Jahr 1908 zu erhalten war, dies voll auszunutzen, wurde für dieses Jahr, wo Herr Dr. Funk in Deutschland weilte, aus den 3 benachbarten Stationen Sunga, Vaitele und Mulinuu eine berechnete Reihe für Songi 1908 ermittelt. Diese Methode liefert, wie bereits erwähnt, für ein einzelnes Jahr einer Station ziemlich unsichere

Digitized by Google

Werte. Immerhin wird die Ungenauigkeit bei der langen Reihe nicht sehr ins Gewicht fallen.

Gibt man den Beobachtungen der Anzahl der Regentage in Mulinuu wegen der größeren Nähe das gleiche Gewicht wie für Sunga und Vaitele zusammen, so ergeben sich folgende Zahlen:

Regentage, berechnet für Songi 1908.

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
24	25	20	15	15	9	8	15	15	12	21	24	203

Es folgen nun die gesammelten Beobachtungen.

Tabelle XIV. Regentage.

Jahr	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Ost-Upolu.													
Alelpata.													
1905	22	18	25	21	15	20	20	20	12	10	14	22	219
06	16	21	25	24	17	20	18	17	17	18	24	23	240
07	22	20	29	29	20	11	19	19	23	25	24	22	263
08	22	25	24	25	23	16	14	24	26	20	26	27	272
Lufilufi.													
1905	—	—	21	17	15	14	12	10	8	6	15	15	(133)
06	14	16	19	17	17	19	16	18	10	16	19	21	202
07	18	18	11	20	17	8	8	8	10	12	19	10	159
08	15	17	12	8	9	8	17	—	25	10	16	24	(161)
Solaua.													
1905	22	18	16	19	11	22	16	18	8	21	12	21	204
06	14	17	23	20	18	18	24	26	16	18	21	22	237
07	19	21	19	27	—	9	16	—	18	26	23	22	(200)
08	26	25	25	22	22	18	17	23	23	18	23	21	263
Pflanzungs-Bezirk Apia.													
Sunga.													
1900	12	10	26	11	5	2	3	6	7	11	12	12	117
01	18	22	25	12	12	6	6	8	17	20	19	13	178
02	30	19	16	16	9	13	4	5	4	11	17	8	152
03	18	17	10	15	8	15	10	10	11	13	18	15	160
04	28	23	18	19	11	6	13	16	13	15	19	18	199
05	18	13	14	15	4	12	6	13	7	9	9	14	134
06	18	15	25	16	15	17	20	16	12	18	26	24	222
07	25	22	24	25	17	6	11	5	14	23	23	22	217
08	20	26	22	17	18	14	12	23	17	17	24	26	236
Utumapu.													
1884	22	23	20	16	16	16	8	5	13	17	18	14	188
85	20	20	21	21	8	6	5	7	13	10	17	23	171
86	21	18	23	21	8	16	13	17	16	23	19	25	220
87	26	23	24	17	11	9	15	9	18	20	10	22	204
88	22	24	16	18	17	15	12	5	11	11	13	17	181

Digitized by Google

Tabelle XIV (Fortsetzung).

Jahr	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
						Afiamalu.							
1903	27	25	21	24	20	23	16	23	16	27	25	25	272
04	30	28	27	28	20	14	20	23	20	16	24	27	277
05	22	19	25	23	18	20	19	18	11	12	15	18	220
06	31	28	31	30	31	30	23	24	21	21	23	26	319
07	24	23	23	28	24	12	17	6	17	27	29	27	257
08	24	—	—	19	20	13	10	12	13	11	—	24	(146)
						Sougi.							
1890	(26)	22	24	24	16	19	8	16	22	20	26	21	244
91	28	23	20	17	16	10	8	7	13	17	24	25	208
92	28	14	27	20	21	24	14	24	16	19	20	29	256
93	29	27	23	14	15	19	15	22	18	15	23	21	241
94	27	20	29	26	11	17	16	12	13	22	21	22	236
95	29	23	26	18	22	12	14	13	20	14	15	26	232
96	28	25	18	18	14	8	4	2	11	17	10	20	175
97	19	12	15	22	13	21	11	6	9	19	24	23	194
98	28	21	26	26	14	15	20	18	20	21	17	18	244
99	26	24	25	24	18	11	16	12	24	15	22	24	241
1900	20	20	30	15	8	1	7	8	10	17	16	19	171
01	24	22	24	14	20	7	8	11	19	19	22	19	209
02	30	22	18	20	14	12	6	6	4	12	18	13	175
03	22	20	14	18	13	16	11	14	10	15	23	18	194
04	25	21	19	25	12	9	12	17	11	12	23	22	211
05	22	17	21	16	7	13	8	11	8	15	14	16	168
06	18	17	25	23	18	21	21	19	13	11	20	26	232
07	25	20	21	25	17	10	7	3	12	23	21	21	205
						Mulinuu.							
1903	23	21	16	20	15	17	13	17	17	20	23	20	222
04	28	27	20	27	19	12	13	18	21	16	22	24	247
05	17	11	10	18	5	11	9	12	9	14	13	16	145
06	18	16	25	20	16	21	19	20	14	15	23	25	232
07	23	23	20	24	17	10	15	6	11	24	21	19	213
08	23	22	15	10	9	6	6	7	12	10	16	20	156
						Vaitele.							
1900	14	15	26	8	9	6	6	8	10	14	14	9	139
01	17	20	22	13	15	7	2	5	18	—	—	—	(119)
02	—	—	—	15	11	14	6	4	3	14	16	11	(94)
03	19	16	13	19	14	15	11	14	11	18	21	16	187
04	23	22	17	23	16	9	11	14	16	14	16	19	200
05	21	17	19	17	4	12	9	11	9	12	13	17	161
06	16	16	22	20	15	21	16	16	8	16	22	19	207
07	21	20	19	23	15	7	8	5	9	18	23	21	189
08	24	26	22	17	16	11	7	19	20	15	25	21	223
						Moamoa.							
1906	—	13	23	19	13	20	21	17	14	14	20	27	(201)
07	24	21	20	26	17	5	6	6	7	20	21	24	197
08	21	25	20	16	15	9	10	14	16	15	21	21	203
						Tuanaimato.							
1905	20	19	19	16	5	10	8	11	11	11	12	17	159
06	14	13	22	22	11	16	16	17	13	12	20	20	196
07	21	19	20	24	13	7	6	3	13	19	17	20	182
08	22	22	22	15	14	7	9	11	23	16	23	24	208

Digitized by Google

Tabelle XIV (Fortsetzung).

Jahr	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
						Tapatapao.							
1904	20	23	17	21	12	11	13	13	16	13	15	14	188
05	18	12	20	14	6	5	3	5	5	5	8	7	108
06	11	19	20	18	13	18	15	15	15	16	17	20	197
07	19	21	22	25	21	11	8	—	—	20	—	—	(147)
08	—	—	—	21	—	16	14	—	25	22	—	—	(98)
						Tafaingatā.							
1904	—	—	—	—	—	—	—	—	14	12	15	17	(58)
05	20	13	16	12	3	10	5	10	9	7	11	16	132
06	16	10	21	15	10	16	10	13	9	14	20	21	175
07	21	20	18	25	14	6	6	2	11	13	21	20	177
08	23	24	21	14	16	8	6	11	16	16	20	21	196
						Vaipoto.							
1903	22	20	16	21	10	17	10	13	10	18	24	18	199
04	26	25	18	24	18	12	13	17	12	11	22	17	215
05	19	13	16	14	5	11	8	10	6	6	12	17	137
06	14	10	17	9	11	9	8	10	7	8	14	13	130
07	19	17	15	20	12	4	4	2	4	12	14	14	137
08	19	20	20	13	12	10	7	15	18	7	18	15	174
						Alisā.							
1905	—	—	—	—	—	—	6	10	8	13	16	18	(71)
06	19	18	21	22	16	22	20	16	13	20	22	22	231
07	24	22	18	27	16	10	6	5	10	17	21	21	197
08	23	20	20	12	14	12	9	14	17	16	21	21	199
						Lesea.							
1905	—	—	23	21	7	13	11	14	10	14	15	15	(143)
06	21	19	21	21	14	—	—	—	—	—	—	—	(46)
						Mittel-Samoa.							
						Tuvao.							
1906	—	—	—	—	—	—	20	17	18	18	23	24	(120)
07	25	23	25	27	—	—	—	—	—	—	—	29	(129)
08	27	22	24	19	16	13	10	—	—	—	25	21	(177)
						Afia.							
1896	20	25	20	14	11	8	4	8	7	16	8	15	156
97	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
98	21	13	15	—	—	—	—	—	—	—	14	9	(72)
99	17	10	8	9	10	10	8	5	11	9	11	11	119
1900	13	15	24	12	8	5	15	5	10	13	19	13	152
01	19	16	18	15	16	5	4	12	17	19	20	5	166
02	12	17	7	7	6	9	4	5	4	—	—	—	(71)
03	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
04	—	18	19	17	12	11	10	11	8	9	15	13	143
05	14	13	15	13	6	9	4	9	6	12	6	14	121
06	16	17	17	17	12	17	12	12	14	16	24	23	197
07	19	16	18	26	14	8	7	7	10	16	17	21	179
08	22	22	23	14	12	9	9	12	18	17	16	18	192

Digitized by Google

Tabelle XIV (Fortsetzung).

Jahr	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
						Paepaealā.							
1896	24	25	24	14	12	6	4	9	8	14	13	21	174
97	20	12	11	8	8	13	6	6	4	12	18	16	134
98	21	12	15	12	8	9	2	10	12	10	14	9	124
99	15	9	8	11	8	10	12	5	11	9	10	13	121
1900	13	15	23	12	9	5	—	—	—	11	20	13	(121)
01	18	17	22	17	21	5	3	6	16	—	—	—	(125)
02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
03	—	—	—	—	—	16	10	9	10	9	13	15	(82)
04	20	18	14	14	10	9	5	11	14	8	13	15	149
05	12	17	15	17	0	5	5	8	6	9	9	13	116
06	11	16	16	15	12	11	12	11	9	13	15	14	156
07	15	18	19	22	13	4	7	8	7	18	19	22	170
08	18	17	20	11	9	4	7	10	20	17	15	16	164
						Mulifanua.							
1896	23	18	20	9	9	2	5	2	7	18	10	17	138
97	22	14	11	14	8	12	8	5	5	10	18	18	143
98	24	11	15	13	3	8	8	11	10	10	16	8	135
99	16	12	9	10	8	7	8	4	11	14	12	11	122
1900	14	14	24	8	10	4	13	5	9	11	15	12	139
01	18	14	18	11	11	5	1	5	14	7	11	6	121
02	7	13	3	5	6	8	4	4	4	9	13	10	84
03	17	13	8	16	12	13	11	10	9	10	12	12	143
04	17	13	12	13	7	6	7	7	8	6	12	9	115
05	12	10	9	9	3	6	2	6	3	8	5	10	83
06	6	12	13	13	11	12	11	10	8	18	16	15	143
07	15	15	15	22	9	8	8	5	6	19	15	19	154
08	19	18	22	14	18	9	7	12	19	16	17	21	192
						Fatuosofia.							
1896	24	21	24	13	7	10	6	10	15	15	12	20	177
97	21	16	17	12	14	22	13	9	15	19	24	23	205
98	28	19	19	17	18	14	11	15	16	20	23	17	217
99	25	15	16	15	12	8	13	5	16	17	15	23	180
1900	15	15	27	10	9	4	20	6	14	18	20	11	169
01	18	17	15	17	11	4	6	8	20	24	23	16	179
02	22	13	11	18	15	17	11	7	4	18	24	18	178
03	18	19	13	18	20	18	12	18	15	25	20	22	218
04	20	18	18	21	16	12	13	16	12	12	20	23	201
05	22	22	15	21	6	9	8	10	7	11	9	11	151
06	10	14	17	11	10	10	12	9	10	13	18	13	147
07	16	19	11	13	10	8	6	9	11	17	19	18	155
08	16	14	10	7	10	10	8	12	20	15	16	15	153
						Iva.							
1905	—	—	—	—	11	13	13	14	—	13	15	17	(96)
06	18	18	21	21	—	21	—	16	11	13	17	16	(172)
07	20	14	22	20	15	8	9	7	9	15	21	14	174
08	—	—	13	18	18	10	12	16	16	13	19	13	(146)
						Nord-Savaii.							
						Lealatele.							
1905	—	—	—	19	6	12	—	16	14	14	10	15	(106)
06	13	—	—	—	20	19	14	22	—	—	—	—	(88)

Digitized by Google

Tabelle XIV (Fortsetzung).

Jahr	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Fangamalo.													
1903	—	—	18	20	18	16	10	16	16	24	21	26	(185)
04	26	23	23	27	16	15	17	—	—	14	12	18	(191)
05	21	18	13	22	9	11	8	8	12	13	12	15	162
06	11	11	21	19	20	22	14	15	8	17	22	19	169
07	22	16	20	21	11	7	10	4	8	20	22	20	181
08	20	17	19	11	8	10	6	15	13	10	23	5	157
Mumea.													
1903	—	—	—	—	—	—	9	12	13	—	21	26	(81)
04	28	23	17	25	17	12	12	20	15	12	18	19	218
05	19	14	13	16	7	16	9	13	9	9	11	16	152
06	9	—	20	15	20	24	15	17	14	18	25	—	(177)
Olonono.													
1905	21	19	15	20	5	11	11	6	7	17	12	17	171
06	18	16	21	14	12	17	7	15	—	—	—	—	(120)
Safune.													
1908	—	—	—	16	16	8	10	22	16	—	—	19	(107)
West-Savaii.													
Falealupo.													
1906	9	13	12	14	11	8	6	11	9	10	19	—	(122)
07	11	12	11	—	—	5	—	—	7	7	8	12	(73)
Süd-Samoa.													
Salailua.													
1903	—	—	16	16	17	20	15	15	11	16	17	18	(161)
04	22	18	16	16	15	6	13	15	13	14	19	22	189
05	16	19	18	15	8	14	15	17	10	14	15	20	181
06	10	12	19	20	16	11	15	18	15	11	17	17	181
07	21	17	22	21	16	8	7	6	16	—	21	19	(174)
08	20	21	—	16	13	13	12	9	24	18	21	20	(187)
Palauli.													
1905	16	16	17	21	7	12	12	14	10	11	11	11	158
06	7	9	12	16	18	18	18	22	19	15	23	20	197
07	21	—	17	25	21	7	17	9	12	26	21	18	(194)
08	19	20	18	18	19	14	11	16	23	16	13	13	200
Saninonga.													
1905	22	22	22	25	17	18	20	17	10	16	14	17	220
06	20	21	23	17	20	20	19	19	19	20	22	21	241
07	20	21	21	25	18	10	17	10	19	25	25	24	235
08	26	20	22	14	16	16	20	15	25	—	27	23	(224)
Falealili.													
1905	13	20	15	20	9	11	11	14	6	10	6	9	144
06	7	12	16	19	20	20	18	21	13	13	14	15	188
07	18	—	14	18	16	9	12	7	17	25	17	11	(164)
08	19	20	18	13	20	12	7	7	19	18	21	22	196
Lotofanga.													
1908	—	—	—	—	—	—	—	—	23	14	21	17	(75)

Auch bei diesem Element benutzen wir die Daten von Songi dazu, um einzelne Lücken in den Beobachtungsreihen auszufüllen und ferner um die Reihen alle auf dieselbe 18jährige Beobachtungszeit des Herrn Dr. Funk zu reduzieren.

Die mittlere Anzahl der Regentage des ganzen Jahres ist unmittelbar auf diese Weise ermittelt worden, also gleich dem langjährigen Mittelwerte von Songi multipliziert mit dem für die Beobachtungsdauer des einzelnen Ortes er-

Tabelle XV. Mittlere Zahl der Regentage.

Stationen	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
I. Ost-Upolu.													
1. Aleipata	23	22	26	25	19	17	18	20	23	20	23	26	262
2. Solaua	23	21	21	22	19	17	19	18	19	23	21	21	244
3. Lufilufi	18	17	16	16	15	13	14	13	16	12	18	17	185
II. Pflanzungs-Bezirk Apia.													
4. Sunga	23	18	21	17	11	12	10	11	13	16	18	18	188
5. Utumapu	22	22	21	19	12	12	11	9	14	16	15	20	193
6. Afiamalu	30	27	29	25	25	20	18	18	21	23	23	25	284
7. Songi	25.2	20.6	22.5	20.3	14.9	13.6	11.4	12.3	14.2	16.8	19.9	21.3	213
8. Mulinuu	24	21	20	21	16	14	13	14	18	20	20	22	223
9. Vaitele	21	19	20	18	14	14	10	11	13	17	18	18	193
10. Moamoa	23	20	21	20	13	12	12	15	13	16	20	21	206
11. Tuanaimato	22	19	21	19	11	10	10	11	18	16	19	20	196
12. Tanumapua	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13. Tapatapao	19	21	21	18	14	11	9	9	15	15	14	14	180
14. Tafaiugatā	23	18	20	17	11	10	7	9	14	14	17	19	179
15. Vaipoto	23	18	18	17	13	11	8	10	10	12	17	16	173
16. Alisā	25	20	20	20	14	15	11	11	14	18	21	20	209
17. Lesea	25	24	22	19	14	14	15	15	16	17	19	22	222
III. Mittel-Samoa.													
18. Tuvao	23	21	21	23	17	16	12	12	19	24	23	23	237
19. Afia	17	16	16	14	11	12	9	10	11	14	16	14	160
20. Paepaealā	18	16	17	14	11	10	6	9	10	11	15	15	152
21. Mulifanua	17	14	14	12	9	8	7	7	8	12	13	13	134
22. Fatuosofia	21	18	18	15	13	13	11	12	14	18	20	19	192
23. Iva	22	17	19	19	16	13	17	13	13	15	19	14	197
IV. Nord-Savaii.													
24. Lealatele	22	18	20	20	17	14	14	12	14	17	18	18	204
25. Fangamalo	22	19	21	21	17	14	12	11	15	19	18	20	209
26. Mumea	22	20	17	18	16	16	10	12	16	17	19	23	208
27. Olonono	23	21	18	15	11	9	8	8	12	16	18	22	181
28. Safune	23	19	22	22	18	15	13	11	15	20	18	21	217
V. West-Savaii.													
29. Falealupo	12	14	11	12	9	6	3	7	9	8	13	12	116
VI. Süd-Samoa.													
30. Salailua	20	18	20	17	15	13	13	13	18	19	18	19	203
31. Palauli	18	16	16	20	17	13	15	16	19	19	18	15	202
32. Saninonga	24	24	22	21	19	15	18	17	21	21	23	21	245
33. Falealili	15	19	15	18	16	12	13	16	16	16	13	12	181
34. Lotofanga	16	19	16	19	16	13	14	17	17	17	14	14	192

Digitized by Google

mittelten Verhältnis der mittleren Jahresanzahl seiner Regentage zu der von Songi berechnet worden. Die nach dem gleichen Verfahren berechneten Mittelwerte für die einzelnen Monate sind noch einer Ausgleichung unterzogen worden, wodurch sich bei den Orten mit nur wenigen Jahren Regenmessungen allzu große Schroffheiten bei aufeinander folgenden Monaten gemildert worden sind. Die Ausgleichung erfolgte dabei so, daß die erhaltenen Monatszahlen als ganze Zahlen erscheinen, deren Summe der unmittelbar berechneten Jahressumme gleichkommt. Die gefundenen Mittelwerte sind aus der vorhergehenden Tabelle (XV) S. 78 zu ersehen. Für Tanumapua ist die Zahl der Regentage nicht veröffentlicht worden.

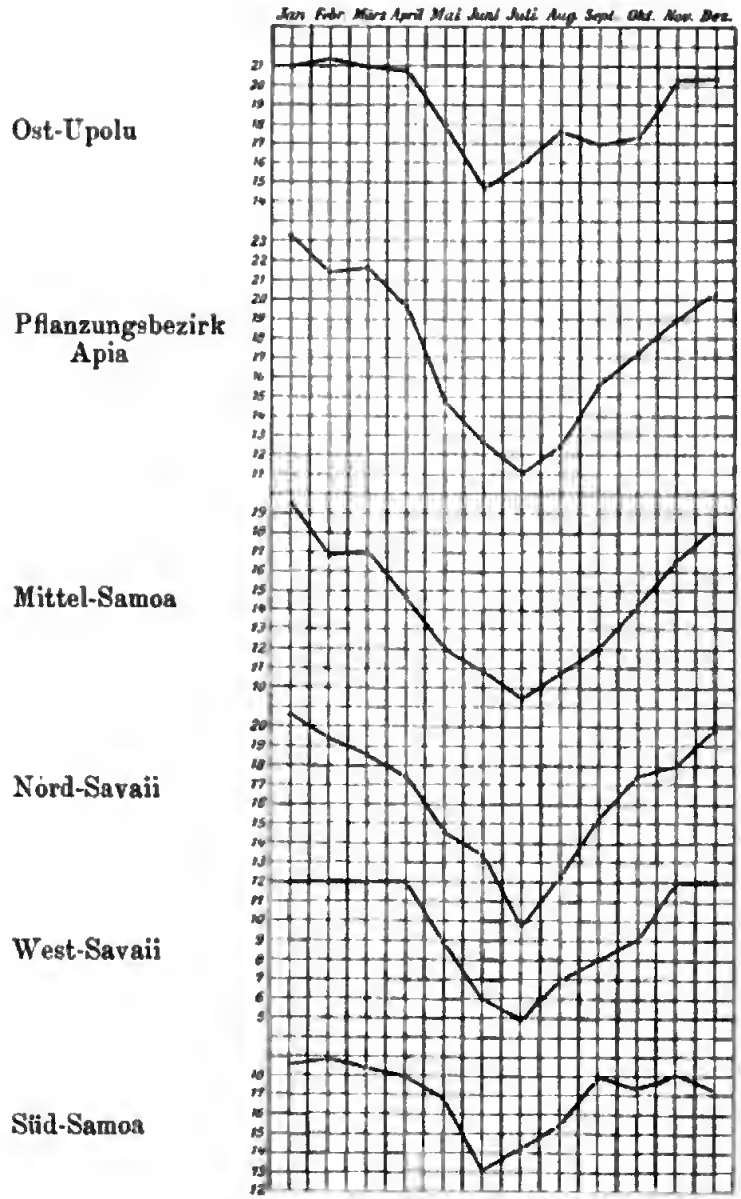
Für die Monate Januar und Juli, sowie auch für das ganze Jahr sind die gefundenen Werte kartographisch aufgetragen (siehe Tafel II). Vergleicht man die so gewonnene Jahreskarte mit der die mittlere Regenmenge darstellenden, so erkennt man zunächst, daß die allgemeine Gestaltung der Kurven ähnlich ist. Die Linie von 250 Regentagen folgt dem Kamm auf Upolu noch schärfer, als es die Kurve von einer mittleren Regenhöhe von 5 m tut, sie erstreckt sich ganz bis Aleipata und wird im Westen bis nahe an den Tofua reichen. Die bei der Regenmenge zu beobachtende Versetzung der Maximalkurven im Juli nach Süden ist auch bei den Regentagen zu erkennen; doch ist die Größe dieser Verschiebung hier nicht so erheblich. Auf allen drei Karten der Regentage erstrecken sich Zungen von größerer Tageszahl auf Upolu im westlichen und östlichen Teile des Pflanzungsbezirks Apia nordwärts, während im mittleren Teile ein Defizit an Regentagen vorhanden ist. Es ist anzunehmen, daß diese Ungleichmäßigkeiten größtenteils durch die in diesen Gegenden senkrecht zum Hauptkamme streichenden Bergzüge verursacht werden. Auch für die Regentage fassen wir die Ergebnisse für jeden Bezirk zu Mittelwerten zusammen und erhalten so die folgende Uebersicht.

Tabelle XVI. Mittlere monatliche Anzahl der Regentage in den verschiedenen klimatischen Bezirken Samoas.

Bezirke	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Ost-Upolu	21.0	23.0	22.0	21.0	17.1	15.1	17.0	17.0	19.0	18.0	20.7	21.0	230
Pflanz.-Bez. Apia	21.8	19.1	19.7	17.8	13.0	12.0	10.4	11.1	13.8	15.5	17.2	18.3	190
Mittel-Samoa	19.6	17.0	18.0	16.0	12.8	12.0	10.3	10.5	12.5	15.6	17.7	16.3	179
Nord-Savaii	22.4	19.5	19.6	19.2	16.2	13.6	11.4	10.8	14 4	17.8	18.2	20.8	204
West-Savaii	12	14	11	12	9	6	3	7	9	8	13	12	116
Süd-Samoa	18.6	19.3	17.8	19.0	16.6	13.2	14.6	15.8	18.2	18.4	17.0	16.2	205

Die Werte in der letzten Zusammenstellung ersieht man graphisch aufgetragen in Fig. 2.

Digitized by Google



Figur 2.
Regentage.

Die Betrachtung der Figur lehrt, daß auch in Bezug auf die Regentage West-Savaii sowohl im Durchschnitt, wie insbesondere in der Trockenzeit am wenigsten Regentage besitzt, die meisten fallen auf Ost-Upolu. Bemerkenswert ist, daß sich die winterliche Trockenzeit an der Südküste hier, wo es sich um die

Digitized by Google

Regentage handelt, verhältnismäßig deutlicher markiert, als es auf der Kurve der Regenmenge auf Fig. 1 (S. 63) der Fall ist. Immerhin ergibt sich für die Monate vom Mai bis Oktober, für die der Uebersehuß der Regenmenge an der Südküste monatlich 1—200 mm beträgt, daß auch die Anzahl der Regentage an der Südküste durchschnittlich 2—3 Tage im Monat das Mittel der übrigen 5 Bezirke übertrifft, während die übrigen Monate, die man im großen und ganzen als die Regenzeit bezeichnen muß, keine großen Unterschiede zwischen der Nord- und Südküste ergeben und zwar sowohl bei der Regenmenge als auch in Bezug auf die Regentage.

Um den Unterschied zwischen der Nord- und Südküste möglichst drastisch hervortreten zu lassen, wollen wir die vier an der Südküste gelegenen Stationen jede mit einer an der Nordküste ihr möglichst genau gegenüberliegenden Station von etwa derselben Meereshöhe vergleichen.

Tabelle XVII.

	Falealili minus Lufilufi		Saninonga minus Vaipoto		Palauli minus Lealatele		Salailua minus Safune	
	mm	Tage	mm	Tage	mm	Tage	mm	Tage
Januar	— 36	— 2	— 39	+ 2	— 116	— 3	— 13	+ 3
Februar	+ 18	— 2	+ 115	+ 5	+ 232	— 4	+ 71	+ 2
März	+ 19	— 1	+ 66	+ 4	+ 140	— 3	— 102	+ 4
April	— 25	— 1	+ 119	+ 4	— 217	0	+ 29	+ 3
Mai	+ 128	— 1	+ 272	+ 7	+ 47	0	+ 194	+ 2
Juni	+ 60	+ 1	+ 78	+ 5	— 25	— 1	+ 82	+ 1
Juli	+ 334	+ 1	+ 431	+ 10	+ 303	+ 2	+ 145	+ 5
August	+ 92	0	+ 200	+ 7	+ 174	+ 1	+ 92	+ 2
September	+ 214	+ 2	+ 141	+ 10	— 18	0	+ 129	+ 4
Oktober	+ 459	+ 4	+ 468	+ 9	— 85	0	+ 174	+ 3
November	+ 38	— 4	+ 102	+ 5	+ 62	+ 1	+ 187	+ 3
Dezember	— 36	— 2	+ 62	+ 4	— 288	— 3	— 34	+ 2
Jahr	+ 1265	— 5	+ 2015	+ 72	+ 209	— 10	+ 954	+ 34

Wie man aus dieser Zusammenstellung ersieht, sind die Monate, in denen auf der Südküste weniger Regen fällt, als auf der Nordküste, nur selten, dagegen kommt es öfter vor, daß der Ort an der Südküste einige Regentage weniger besitzt als der Vergleichsort an der Nordküste. Die Monate mit Regenüberschuß der Nordküste fallen fast ausschließlich in die Regenzeit. Faßt man

die vorstehende Liste in der Weise zusammen, daß man die beiden Ortspaare auf Upolu und ebenso die beiden auf Savaii zu je einem mittleren Paare vereinigt und von diesen beiden Paaren abermals das Mittel bildet, so erhält man mittlere Werte für den Unterschied der Süd- und der Nordküste für Upolu, für Savaii und für eine fingierte mittlere Insel.

Tabelle XVIII.

	Süd-Upolu minus Nord-Upolu		Süd-Savaii minus Nord-Savaii		Süd-Samoa minus Nord-Samoa	
	mm	Tage	mm	Tage	mm	Tage
Januar	— 38	0	— 64	0	— 51	0
Februar	+ 66	+ 1½	+ 152	— 1	+ 109	+ ¼
März	+ 42	+ 1½	+ 19	+ ½	+ 62	+ 1
April	+ 47	+ 1½	— 94	+ 1½	— 56	+ 1½
Mai	+ 200	+ 3	+ 120	+ 1	+ 160	+ 2
Juni	+ 69	+ 3	+ 28	0	+ 48	+ 1½
Juli	+ 382	+ 5½	+ 224	+ 3½	+ 304	+ 4½
August	+ 146	+ 3½	+ 133	+ 1½	+ 140	+ 2½
September	+ 178	+ 6	+ 56	+ 2	+ 116	+ 4
Oktober	+ 464	+ 6½	+ 44	+ 1½	+ 254	+ 4
November	+ 70	+ ½	+ 124	+ 2	+ 97	+ 1¼
Dezember	+ 13	+ 1	— 161	— ½	— 74	+ ¼
Jahr	+ 1640	+ 33½	+ 582	+ 12	+ 1111	+ 23
Mittelwerte:						
Regenmonat	+ 33	+ 1.0	— 4	+ 0.4	+ 14	+ 0.7
Passatmonat	+ 240	+ 4.6	+ 101	+ 1.6	+ 170	+ 3.1

Der Unterschied zwischen Süd- und Nordküste ist also weder auf Upolu noch auf Savaii während der Regenzeit besonders erheblich, dagegen namentlich auf Upolu, aber auch auf Savaii während der Passatzeit sehr beträchtlich. Während dieser Jahreszeit, also vom Mai bis Oktober, ergibt sich durchschnittlich für die Südküste beider Inseln ein Ueberschuß über die Nordküste im Betrage von monatlich 170 mm und drei Regentagen. Dieses Ergebnis ist nicht nur von wissenschaftlichem Interesse, sondern auch von der größten Bedeutung bei der Answahl von Pflanzungsplätzen, namentlich wenn es sich um solche Kulturen handelt, die wie der Kakao eine längere Trockenheit nicht vertragen können.

Um ferner den Einfluß der Stationslage, gemessen in der Richtung des Passatwindes, auf die Regenmenge klar zu stellen, wählen wir eine aufeinander-

folgende Reihe von Stationen an der Nordküste entlang und eine ebensolche an der Südküste entlang aus. Wir beschränken uns hier auf die beiden Monate Januar und Juli und die ganze Jahressumme, und benutzen, mit Ausnahme einer einzigen Station, Saninonga, nur Küstenplätze. Die in folgendem zusammengestellten Werte sind die auf den Meeresspiegel reduzierten, in cm ausgedrückt.

Tabelle XIX.

		Nordküste:				Südküste:		
		Jan.	Juli	Jahr		Jan.	Juli	Jahr
Upolu	Aleipata	38	16	323				
	Lufilufi	39	10	306				
	Sunga	47	7	301	Falealili	36	43	437
	Vaitele	40	7	270	Saninonga	36	35	385
	Mulifanua	31	9	221	Fatuosofia	32	13	264
Savaii	Iva	35	17	283				
	Lealatele	43	7	340	Palauli	32	37	367
	Fangamalo	54	11	328	Salailua	37	26	336
	Safune	37	12	236	Falealupo	12	4	155
	Falealupo	12	4	155				

Betrachten wir in dieser Zusammenstellung zunächst nur die Jahresmengen, so ersieht man sogleich, daß die vier Reihen, die hier zur Darstellung kommen, eine recht gleichmäßige Abnahme der Jahresmenge ergeben, wenn man sich auf jeder Insel von Osten nach Westen bewegt. Im Januar (Regenzeit) bekommen die mittleren Küsten der langgestreckten Inseln die größten Regenmengen, während im Juli (Passatzeit) überall der Osten bevorzugt ist.

Die letzte Zusammenstellung auf S. 84 gibt noch einmal einen Ueberblick über die Regenverhältnisse in den verschiedenen klimatischen Distrikten Samoas.

Sie zeigt unter anderem deutlich, in wieviel mäßigeren Grenzen sich die Schwankungen der Regentage bewegen, als die der Regenmenge. Die Regenmenge im trockensten Teile (West-Savaii) zum feuchtesten (Süd-Samoa) verhielt sich wie 1 : 2.5, während sich die Anzahl der Regentage in denselben Distrikten nur wie 1 : 1.8 verhält. Das Verhältnis vom trockensten zum feuchtesten Monat ist für die Regenmengen doppelt so ungünstig wie für die Anzahl der Regentage, in einzelnen Distrikten sogar dreifach.

Es folgt ferner noch eine kurze Charakteristik der verschiedenen Jahre von 1885 bis 1908, welche zur Vergleichung mit den Ergebnissen der Handels- und Pflanzungs-Gesellschaften von größtem Interesse sein dürften.

Tabelle XX. Mittlere Regenverhältnisse in den verschiedenen klimatischen Distrikten Samoas.

	Ost-Upolu	Pfl.-Bez. Apia	Mittel-Samoa	Nord-Savaii	West-Savaii	Süd-Samoa	Mittel[1])
Mittl. jährl. Regenmenge red. a. d. Meeresspiegel	3170	2670	2470	3360	1550	3810	3230
Mittl. Verh. d trockensten zum feuchtesten Monat in Prozenten	30 %	17 %	31 %	17 %	(13) %	39 %	30 %
Zunahme der Regenmenge mit der Höhe für je 100 m	15 %	10 %	—	29 %	—	19 %	18 %
Mittl. Anzahl d. Regentage im Jahre	225	209	171	196	116	203	193
Verh. d. Regentage d. trockensten M. zu denen des feuchtesten in Prozenten	68 %	48 %	49 %	47 %	42 %	70 %	60 %
Häufigkeit günstiger Jahre (kleinste Monatssumme über 50 mm)	92 %	51 %	56 %	67 %	?	94 %	80 %

Tabelle XXI. Die Regenverhältnisse Samoas in den Jahren 1895—1908.

	1895	96	97	98	99	1900	01	02	03	04	05	06	07	08
Verhältnis der Regenmenge zur Normalen in Proz.	(118)	95	94	104	106	84	112	92	118	124	74	91	116	129
Verhältnis der Regenmenge im trockensten zu der im feuchtesten Monat	(12)	0	9	13	7	3	3	4	19	14	10	20	7	11
Verhältnis der Anzahl der Regentage zur Normalen in Prozenten	(109)	92	98	110	91	90	96	80	102	100	80	104	97	99

4) Temperatur und Feuchtigkeit.

Die Anzahl der Stationen, von denen Temperatur-Beobachtungen auf Samoa vorliegen, ist bei weitem nicht so beträchtlich, wie die der Regenstationen. Das Bedürfnis nach Temperaturbeobachtungen ist in den Tropen eben nicht so allseitig empfunden, wie das nach Niederschlagsmessungen. Die Temperaturverhältnisse sind auf tropischen Inseln nicht nur von einem Jahre zum anderen und im jährlichen Verlaufe selbst sehr geringen Schwankungen ausgesetzt, sondern es zeigen auch die Veränderungen, die von der topographischen Lage der Beobachtungsplätze abhängig sind, nur unbedeutende Beträge, sobald es sich nicht um sehr

1) Bei der Mittelbildung hat Süd-Samoa dasselbe Gewicht wie alle Norddistrikte zusammen.

Digitized by Google

bedeutende Erhebungen über dem Meeresspiegel handelt. Gerade auf Samoa sind die Temperaturverhältnisse ganz besonders gleichmäßig, wie sich aus der langjährigen Reihe sorgfältiger Ablesungen des Herrn Dr. Funk in Songi ergibt. Bei der Begründung und Ausgestaltung des meteorologischen Beobachtungsnetzes wurde daher in erster Linie die Regenmessung berücksichtigt. Zwar erhielt eine Anzahl von Interessenten Extremthermometer und auch Psychrometer ausgehändigt, doch hat nur ein Teil von diesen so andauernde und zuverlässige Ablesungen liefern können, daß sie auf wissenschaftlichen Wert Anspruch erheben können.

Die Beobachtungsreihe von Dr. Funk in Songi ist in dem ersten Teile des vorliegenden Bandes eingehend diskutiert worden, und zwar sind kleine Korrektionsbeträge abgeleitet worden, durch die sie auf eine freie Aufstellung reduziert werden, wie sie dem in der Nähe von Songi, an der Spitze der Halbinsel Mulinuu errichteten Samoa-Observatorium zu verwirklichen möglich war. Die Temperatur- und Feuchtigkeitsbeobachtungen der beiden Stationen, Songi und Mulinuu, sind also gewissermaßen in eine einzige zusammen gearbeitet worden, bei der Songi die lange Dauer der Beobachtungsperiode, Mulinuu die Freiheit der Anfstellung geliefert hat.

Psychrometer-Ablesungen liegen aus den letzten Jahren vor von den beiden Stationen Afiamalu und Tafaingatā, die sich im Pflanzungsdistrikt Apia in Meereshöhen von 600 m und 140 m befinden. Diese beiden Stationen haben auch Extrem-Temperaturen beobachtet. Desgleichen liegen noch von folgenden Stationen kürzere Reihen von Ablesungen des Maximum- und Minimum-Thermometers vor: Lesea und Tapatapao, im Pflanzungsbezirk Apia in 90 und 300 m Höhe gelegen; sodann von zwei Küstenplätzen auf Savaii, Iva im Osten und Salailua an der Südwestküste, endlich noch von Süd-Upolu auf der Station Saninonga in 200 m Meereshöhe und Falealili an der Küste.

Die Stationen sind bereits hinsichtlich der Lage bei Gelegenheit der Regenmessungen beschrieben worden, worauf daher verwiesen sei. Die Aufstellung der Thermometer ist auf gelegentlichen Inspektionsreisen geprüft und, wenn nötig, verbessert worden, auch sind bei solchen Gelegenheiten die namentlich bei den Extrem-Thermometern nicht eben sehr beständigen Korrektionen ermittelt worden, meist mit Hilfe eines Aßmannschen Aspirationspsychrometers.

Wir geben im folgenden zunächst die monatlichen Mittelwerte der beobachteten Maxima und Minima. Außer den beiden Extremen selbst besitzt auch das Mittel aus denselben, sowie die Differenz der beiden eine besondere klimatologische Bedeutung, denn jenes stimmt sehr nahe mit dem 24stündigen Tagesmittel überein, während der Unterschied als tägliche Schwankung, namentlich in den Tropen, wo die jährliche Schwankung so gering ist, eine besondere Rolle spielt. Die beiden gedachten Größen, aus dem Maximum und Minimum ermittelt, sind daher für die in Frage stehenden Beobachtungsplätze ebenfalls abgeleitet und im Folgenden in ihren monatlichen Mittelwerten mit den Extremen selbst abgedruckt worden.

Zur Vergleichung gehen wir für die Station Songi ebenfalls die betreffenden

Digitized by Google

vier Werte für sämtliche Monate der drei Jahre 1905/07. Diese Reihe für Songi ist auf Grund der Ermittlungen in Heft 4 dieses Bandes auf Seite 11 auf die freie Aufstellung von Mulinuu reduziert worden.

Tafel XXI. Temperatur-Extreme.

Jahr	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Songi, red. auf Mulinuu.												
Maximum.												
1905	29.9	29.8	29.5	28.6	28.7	27.9	27.7	27.6	28.1	29.5	29.3	29.9
06	30.2	29.8	29.0	29.6	28.5	28.1	28.1	27.9	28.5	29.4	29.1	29.7
07	28.7	28.7	28.3	27.6	28.3	27.7	28.1	27.7	28.2	29.2	29.0	29.6
Minimum.												
1905	23.9	23.9	23.5	23.2	21.6	22.3	22.4	22.4	21.8	22.4	22.5	22.5
06	23.6	23.2	24.2	23.8	23.4	23.2	22.6	23.2	22.9	23.0	22.9	23.3
07	23.1	23.4	23.1	23.0	22.6	20.9	22.5	20.3	22.2	23.4	23.4	23.4
Mittel.												
1905	26.9	26.8	26.5	25.9	25.2	25.1	25.0	25.0	25.0	26.0	25.9	26.2
06	26.9	26.5	26.6	26.7	26.0	25.6	25.4	25.6	25.7	26.2	26.0	26.5
07	25.9	26.0	25.7	25.3	25.4	24.3	25.3	24.0	25.2	26.3	26.2	26.5
Tägliche Schwankung.												
1905	6.0	5.9	6.0	5.4	7.1	5.6	5.3	5.2	6.3	7.1	6.8	7.4
06	6.6	6.6	4.8	5.8	5.1	4.9	5.5	4.7	5.6	6.4	6.2	6.4
07	5.6	5.3	5.2	4.6	5.7	6.8	5.6	7.4	6.0	5.8	5.6	6.2
Afiamalu.												
Maximum.												
1905	26.4	27.2	27.7	26.5	27.5	25.8	26.1	25.9	26.9	27.7	27.1	26.9
06	28.1	28.9	26.8	28.2	27.1	26.7	26.6	26.0	27.8	28.2	28.2	28.9
07	28.3	28.1	27.7	26.3	27.6	27.1	27.1	27.4	27.6	28.9	27.9	29.0
Minimum.												
1905	19.8	19.5	19.0	18.7	17.8	16.9	17.5	17.0	16.9	17.5	17.6	18.4
06	19.5	19.4	19.6	19.5	18.5	18.1	17.4	18.2	17.7	18.3	18.4	19.0
07	18.5	19.0	18.1	18.8	17.9	16.0	17.9	15.6	17.6	18.5	18.6	18.4
Mittel.												
1905	23.1	23.4	23.4	22.6	22.6	21.3	21.8	21.4	21.9	22.6	22.4	22.6
06	23.8	24.2	23.2	23.8	22.8	22.4	22.0	22.1	22.8	23.2	23.3	23.9
07	23.4	23.6	22.9	22.6	22.7	21.6	22.5	21.5	22.6	23.6	23.2	23.7
Tägliche Schwankung.												
1905	6.7	7.8	8.7	7.7	9.7	8.9	8.6	8.9	10.0	10.2	9.5	8.4
06	8.6	9.5	7.2	8.8	8.6	8.6	9.1	7.7	10.1	9.9	9.7	9.9
07	9.8	9.1	9.6	7.4	9.7	11.2	9.2	11.8	10.0	10.4	9.3	10.6

Digitized by Google

Bei der Station Tapatapao zeigte sich, daß die Abweichungen von Songi mehrfach sprungweise Aenderungen aufweisen, die mit dem gerade dort öfter vorgekommenen Beobachterwechsel übereinstimmen. Es schien daher das Geeignetste zu sein, von den Temperatur-Extremen dieser Station keinen Gebrauch zu machen, da die Auswahl der passendsten der so gebildeten Einzelreihen nicht ohne Willkür möglich wäre.

Tafel XXI (Fortsetzung).

Jahr	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Tafaingatā.												
Maximum.												
1905	32.2	32.3	30.9	30.9	30.4	29.3	29.3	29.3	30.4	31.9	31.8	32.0
06	33.6	32.4	32.4	32.2	31.0	30.2	30.3	30.2	31.8	32.2	32.2	32.3
07	31.6	31.7	31.3	30.0	30.4	29.7	30.4	30.6	31.4	32.4	31.5	32.8
Minimum.												
1905	21.8	22.0	21.6	21.6	19.7	19.4	20.3	20.4	19.6	20.3	20.6	21.0
06	22.0	21.8	22.2	22.2	21.2	20.8	20.2	20.8	20.4	21.0	21.2	21.6
07	21.6	21.9	21.1	21.5	20.7	18.8	20.2	18.4	20.2	21.1	21.3	21.4
Mittel.												
1905	27.3	27.2	26.3	26.2	25.1	24.3	24.8	24.8	25.0	26.1	26.2	26.5
06	27.8	27.1	27.3	27.2	26.1	25.6	25.2	25.5	26.1	26.6	26.7	27.0
07	26.6	26.8	26.2	25.8	25.5	24.2	25.3	24.5	25.8	26.8	26.4	27.1
Tägliche Schwankung.												
1905	10.5	10.3	9.4	9.3	10.6	9.9	9.0	8.9	10.8	11.6	11.2	11.0
06	11.6	10.7	10.2	10.1	9.9	9.5	10.1	9.4	11.4	11.3	10.9	10.7
07	10.0	9.8	10.2	8.5	9.7	10.9	10.2	12.2	11.2	11.3	10.2	11.5
Lesea.												
Maximum.												
1905	—	—	30.8	30.4	29.9	28.9	29.2	29.2	30.1	30.9	30.2	30.2
06	32.5	31.9	31.2	31.0	30.5	—	—	—	—	—	—	—
Minimum.												
1905	—	—	21.3	21.3	19.3	18.8	19.5	19.3	19.5	20.2	20.5	20.9
06	22.5	21.8	22.3	21.9	21.1	—	—	—	—	—	—	—
Mittel.												
1905	—	—	26.1	25.8	24.6	23.8	24.4	24.2	24.8	25.6	25.4	25.6
06	27.5	26.8	26.8	26.4	25.8	—	—	—	—	—	—	—
Tägliche Schwankung.												
1905	—	—	9.5	9.0	10.6	10.1	9.7	9.2	10.6	10.7	9.7	9.3
06	10.0	10.1	8.8	9.1	9.4	—	—	—	—	—	—	—

Digitized by Google

Tafel XXI (Fortsetzung).

Jahr	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Iva.												
Maximum.												
1905	—	—	—	—	29.0	28.0	27.9	29.1	29.3	31.1	29.8	29.6
06	31.6	30.6	30.0	30.5	—	28.6	28.4	27.9	28.9	29.7	30.9	31.2
07	30.9	31.4	30.1	29.0	29.0	28.2	27.8	27.3	28.0	29.0	29.0	31.0
Minimum.												
1905	—	—	—	—	22.0	21.6	21.9	22.1	21.1	21.7	22.6	22.4
06	23.7	23.3	23.4	23.3	—	22.5	22.5	22.8	22.7	23.2	22.8	23.2
07	23.4	22.8	22.2	22.7	22.3	19.7	22.2	20.1	22.4	22.9	23.0	23.1
Mittel.												
1905	—	—	—	—	25.5	24.8	24.9	25.6	25.2	26.4	26.2	26.0
06	27.6	27.0	26.8	26.9	—	25.6	25.4	25.4	25.8	26.4	26.8	27.2
07	27.2	27.1	26.2	25.9	25.6	24.0	25.0	23.7	25.2	26.0	26.0	27.0
Tägliche Schwankung.												
1905	—	—	—	—	7.0	6.4	6.0	7.0	8.3	9.3	7.2	7.2
06	7.9	7.2	6.6	7.1	—	6.0	5.9	5.1	6.2	6.5	8.1	8.1
07	7.5	8.6	8.0	6.3	6.7	8.4	5.6	7.2	5.6	6.1	6.0	7.9
Salailua.												
Maximum.												
1905	—	—	—	—	—	—	—	—	—	29.9	29.3	28.4
06	—	30.4	29.5	29.7	28.9	29.2	28.2	28.4	28.9	29.4	29.5	29.8
07	28.8	29.4	28.9	29.3	29.5	28.5	29.8	28.9	29.3	—	—	—
Minimum.												
1905	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21.3	21.3	22.1
06	—	22.8	22.6	22.9	22.3	21.4	20.8	21.9	21.3	22.0	21.9	22.4
07	22.4	22.4	21.8	21.9	22.4	19.7	21.1	20.0	22.6	—	—	—
Mittel.												
1905	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25.6	25.4	25.2
06	—	26.6	26.0	26.3	25.6	25.3	24.5	25.2	25.0	25.7	25.7	26.1
07	25.6	26.0	25 4	25.6	26.0	24.1	25.4	24.4	26.0	—	—	—
Tägliche Schwankung.												
1905	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8.6	8.0	6.2
06	—	7.5	6.9	6.8	6.6	7.8	7.4	6.5	7.6	7.5	7.6	7.5
07	6.5	7.0	7.2	7.5	7.1	8.8	8.7	8.9	6.6	—	—	—

Digitized by Google

Tafel XXI (Fortsetzung).

Jahr	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Saninonga.												
Maximum.												
1905	—	—	27.8	28.2	26.2	25.7	25.2	25.3	26.3	27.6	27.2	28.1
06	29.8	28.2	29.2	28.8	—	27.1	27.3	27.1	28.8	—	30.1	30.9
07	30.1	30.1	29.4	28.7	27.5	26.6	26.9	26.9	—	29.1	29.4	30.5
Minimum.												
1905	—	—	23.2	22.4	21.9	21.1	21.4	21.4	21.7	22.3	21.7	22.5
06	23.1	23.0	23.4	23.6	—	24.0	22.8	22.5	22.6	—	21.7	22.2
07	22.1	21.9	21.3	21.6	20.8	19.8	20.2	18.5	—	20.3	20.8	20.9
Mittel.												
1905	—	—	25.5	25.3	24.1	23.4	23.2	23.3	24.0	25.0	24.4	25.3
06	26.4	25.6	26.3	26.2	—	25.6	25.0	24.8	25.7	—	26.0	26.5
07	26.0	26.0	25.4	25.1	24.1	23.2	23.6	22.7	—	24.6	25.1	25.8
Tägliche Schwankung.												
1905	—	—	4.6	5.8	4.3	4.6	3.8	3.9	4.6	5.4	5.5	5.6
06	6.8	5.2	5.7	5.3	—	3.1	4.4	4.6	6.2	—	8.4	8.7
07	8.0	8.2	8.1	7.1	6.7	6.7	6.6	8.4	—	8.8	8.6	9.6
Falealili.												
Maximum.												
1905	—	—	30.1	29.2	—	—	—	—	—	—	—	—
06	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30.5
07	30.1	30.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Minimum.												
1905	—	—	23.5	22.7	—	—	—	—	—	—	—	—
06	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	23.1
07	23.0	23.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel.												
1905	—	—	26.8	26.2	—	—	—	—	—	—	—	—
06	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26.8
07	26.5	27.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tägliche Schwankung.												
1995	—	—	6.6	7.1	—	—	—	—	—	—	—	—
06	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7.4
07	7.2	7.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

Wie überall in diesen Untersuchungen glauben wir die charakteristische Klimakonstante in den Abweichnngen der an den Stationen beobachteten Werte von der Basisstation Songi-Mulinuu suchen zu müsseu. Die folgende Tafel gibt schon die Mittel aus den vorliegenden Beobachtungsjahren wieder.

Tafel XXII. Mittlere Abweichungen der Stationen von Songi.

Station	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Maximum.												
Afiamalu	− 2.0	− 1.4	− 1.5	− 1.6	− 1.1	− 1.4	− 1.4	− 1.3	− 0.8	− 1.1	− 1.4	− 1.5
Tafaingatā	+ 2.9	+ 2.7	+ 2.6	+ 2.4	+ 2.1	+ 1.8	+ 2.0	+ 2.3	+ 2.9	+ 2.8	+ 2.7	+ 2.6
Lesea	+ 2.3	+ 2.1	+ 1.8	+ 1.6	+ 1.6	+ 1.0	+ 1.5	+ 1.6	+ 2.0	+ 1.4	+ 0.9	+ 0.3
Iva	+ 1.8	+ 1.7	+ 1.4	+ 1.1	+ 0.5	+ 0.4	+ 0.1	+ 0.4	+ 0.5	+ 0.6	+ 0.8	+ 0.9
Salailua	+ 0.1	+ 0.6	+ 0.6	+ 0.9	+ 0.8	+ 0.9	+ 0.9	+ 0.8	+ 0.7	+ 0.2	+ 0.2	− 0.7
Saninonga	+ 0.5	− 0.1	− 0.1	0.0	− 1.6	− 1.5	− 1.2	− 1.3	− 0.5	− 1.0	− 0.2	+ 0.3
Falealili	+ 1.4	− 2.2	+ 0.6	+ 0.6	—	—	—	—	—	—	—	+ 0.8
Minimum.												
Afiamalu	− 4.3	− 4.2	− 4.7	− 4.3	− 4.5	− 5.1	− 4.9	− 5.1	− 4.9	− 4.8	− 4.7	− 4.8
Tafaingatā	− 1.7	− 1.6	− 2.0	− 1.6	− 2.0	− 2.5	− 2.3	− 2.1	− 2.2	− 2.1	− 1.9	− 1.7
Lesea	− 1.1	− 1.4	− 2.0	− 1.9	− 2.3	− 3.5	− 2.9	− 3.1	− 2.3	− 2.2	− 2.0	− 1.6
Iva	+ 0.2	− 0.2	− 0.8	− 0.4	0.0	− 0.9	− 0.3	− 0.3	− 0.3	− 0.3	− 0.1	− 0.2
Salailua	− 0.7	− 0.7	− 1.4	− 1.0	− 0.6	− 1.5	− 1.6	− 0.8	− 0.6	− 1.0	− 1.1	− 0.6
Saninonga	− 0.7	− 0.8	− 1.0	− 0.8	− 0.7	− 0.5	− 1.0	− 1.2	− 0.2	− 1.6	− 1.5	− 1.2
Falealili	− 0.1	− 0.3	0.0	− 0.5	—	—	—	—	—	—	—	− 0.2
Mittel.												
Afiamalu	− 3.1	− 2.7	− 3.1	− 3.0	− 2.8	− 3.2	− 3.1	− 3.2	− 2.9	− 3.0	− 3.1	− 3.0
Tafaingatā	+ 0.7	+ 0.6	+ 0.3	+ 0.4	0.0	− 0.3	− 0.1	+ 0.1	+ 0.3	+ 0.3	+ 0.4	+ 0.5
Lesea	+ 0.6	+ 0.3	− 0.1	− 0.2	− 0.4	− 1.3	− 0.6	− 0.8	− 0.2	− 0.4	− 0.5	− 0.6
Iva	+ 1.0	+ 0.6	+ 0.4	+ 0.3	+ 0.1	− 0.1	− 0.1	0.0	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.3	+ 0.5
Salailua	− 0.3	0.0	− 0.4	− 0.3	+ 0.1	− 0.2	− 0.4	0.0	0.0	− 0.4	− 0.4	− 0.7
Saninonga	− 0.2	− 0.4	− 0.5	− 0.4	− 1.2	− 0.9	− 1.3	− 1.3	− 0.5	− 1.3	− 0.9	− 0.5
Falealili	+ 0.6	+ 1.0	+ 0.3	+ 0.3	—	—	—	—	—	—	—	+ 0.3
Tägliche Schwankung.												
Afiamalu	+ 2.3	+ 2.9	+ 3.2	+ 2.7	+ 3.4	+ 3.8	+ 3.5	+ 3.7	+ 4.1	+ 3.7	+ 3.3	+ 3.0
Tafaingatā	+ 4.6	+ 4.3	+ 4.6	+ 4.0	+ 4.1	+ 4.3	+ 4.3	+ 4.4	+ 5.2	+ 5.0	+ 4.6	+ 4.4
Lesea	+ 3.4	+ 3.5	+ 3.8	+ 3.4	+ 3.9	+ 4.5	+ 4.4	+ 4.7	+ 4.3	+ 3.6	+ 2.9	+ 1.9
Iva	+ 1.6	+ 2.0	+ 2.3	+ 1.5	+ 0.4	+ 1.2	+ 0.4	+ 0.7	+ 0.7	+ 0.9	+ 0.9	+ 1.1
Salallua	+ 0.9	+ 1.3	+ 2.0	+ 1.9	+ 1.4	+ 2.4	+ 2.5	+ 1.6	+ 1.3	+ 1.3	+ 1.3	0.0
Saninonga	+ 1.3	+ 0.7	+ 0.8	+ 0.8	− 0.9	− 1.0	− 0.5	− 0.1	− 0.5	+ 0.4	+ 1.3	+ 1.3
Falealili	+ 1.6	+ 2.5	+ 0.6	+ 1.7	—	—	—	—	—	—	—	+ 1.0

Digitized by Google

Die in der letzten Zusammenstellung gegebenen monatlichen Werte der Abweichungen gegen Songi, Mittelwerte aus dem von den Jahren 1905 bis 1907 vorliegenden Stationsmaterial, haben wir noch über den Jahresverlauf hin von Monat zu Monat gegeneinander innerhalb der einzelnen Stationen ausgeglichen. Diese ausgeglichenen Werte, welche sich nur unwesentlich von den Originalwerten unterscheiden, wollen wir den Betrachtungen zu Grunde legen.

Tafel XXIII. Ausgeglichene mittlere Abweichungen der Temperatur-Extreme der Stationen von Songi.

Station	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Regen-Zeit	Trocken-Zeit	Jahr
Maximum.															
Afiamalu	−1.8	−1.5	−1.5	−1.5	−1.2	−1.4	−1.4	−1.2	−0.9	−1.1	−1.4	−1.6	−1.5	−1.2	−1.4
Tafaingatā	+2.8	+2.7	+2.6	+2.4	+2.1	+1.9	+2.0	+2.3	+2.8	+2.8	+2.7	+2.7	+2.7	+2.3	+2.5
Lesea	+1.5	+1.8	+1.8	+1.6	+1.5	+1.3	+1.5	+1.6	+1.7	+1.5	+1.2	+1.1	+1.5	+1.5	+1.5
Iva	+1.6	+1.6	+1.4	+1.0	+0.6	+0.4	+0.2	+0.4	+0.5	+0.6	+0.8	+1.1	+1.3	+0.5	+0.9
Salailua	0.0	+0.4	+0.6	+0.9	+0.8	+0.9	+0.9	+0.8	+0.6	+0.3	0.0	−0.2	+0.3	+0.7	+0.5
Saninonga	+0.2	0.0	0.0	−0.5	−1.0	−1.1	−1.2	−1.1	−0.7	−0.5	−0.2	+0.1	0.0	−0.9	−0.5
Falealili	+1.4	+1.6	+1.2	+0.6	—	—	—	—	—	—	—	+0.8	+1.0	(+0.4?)	(+0.7)
Minimum.															
Afiamalu	−4.4	−4.3	−4.5	−4.4	−4.6	−5.0	−5.0	−5.0	−4.9	−4.8	−4.7	−4.7	−4.5	−4.9	−4.7
Tafaingatā	−1.7	−1.7	−1.8	−1.7	−2.1	−2.4	−2.3	−2.1	−2.2	−2.1	−1.9	−1.7	−1.8	−2.2	−2.0
Lesea	−1.3	−1.9	−1.9	−2.0	−2.4	−3.0	−2.9	−2.9	−2.4	−2.2	−1.9	−1.5	−1.8	−2.6	−2.2
Iva	0.0	−0.3	−0.6	−0.4	−0.4	−0.6	−0.4	−0.3	−0.3	−0.2	−0.1	−0.1	−0.3	−0.4	−0.3
Salailua	−0.7	−0.8	−1.2	−1.0	−0.9	−1.3	−1.4	−1.0	−0.8	−1.0	−1.0	−0.7	−0.9	−1.1	−1.0
Saninonga	−0.9	−0.9	−1.0	−0.8	−0.6	−0.6	−0.9	−0.9	−0.8	−2.4	−1.4	−1.1	−1.0	−0.9	−0.9
Falealili	−0.2	−0.2	−0.1	−0.4	—	—	—	—	—	—	—	−0.2	−0.2	(−0.2?)	(−0.2)
Mittel.															
Afiamalu	−3.1	−2.9	−3.0	−3.0	−2.9	−3.2	−3.2	−3.1	−2.9	−3.0	−3.0	−3.2	−3.0	−3.1	−3.0
Tafaingatā	+0.6	+0.5	+0.4	+0.4	0.0	−0.2	−0.2	+0.1	+0.3	+0.3	+0.4	+0.5	+0.5	+0.1	+0.3
Lesea	+0.1	0.0	0.0	−0.2	−0.4	−0.8	−0.7	−0.6	−0.4	−0.4	−0.4	−0.2	−0.1	−0.5	−0.3
Iva	+0.8	+0.6	+0.4	+0.3	+0.1	−0.1	−0.1	0.0	+0.1	+0.2	+0.3	+0.5	+0.5	+0.1	+0.3
Salailua	−0.4	−0.2	−0.3	0.0	0.0	−0.2	−0.2	−0.1	−0.1	−0.4	−0.5	−0.4	−0.3	−0.2	−0.2
Saninonga	−0.4	−0.4	−0.5	−0.6	−0.8	−0.8	−1.0	−1.0	−0.8	−1.0	−0.8	−0.5	−0.5	−0.9	−0.7
Falealili	+0.6	+0.7	+0.6	+0.1	—	—	—	—	—	—	—	+0.3	+0.4	(+0.1?)	(+0.2)
Tägliche Schwankung.															
Afiamalu	+2.6	+2.8	+3.0	+2.9	+3.4	+3.6	+3.6	+3.8	+4.0	+3.7	+3.3	+3.1	+3.0	+3.7	+3.3
Tafaingatā	+4.5	+4.4	+4.4	+4.1	+4.2	+4.3	+4.3	+4.4	+5.0	+4.9	+4.6	+4.4	+4.4	+4.5	+4.5
Lesea	+2.8	+3.7	+3.7	+3.6	+3.9	+4.3	+4.4	+4.5	+4.1	+3.7	+3.1	+2.6	+3.2	+4.1	+3.7
Iva	+1.6	+1.9	+2.0	+1.4	+1.0	+1.0	+0.6	+0.7	+0.8	+0.8	+0.9	+1.2	+1.5	+0.8	+1.2
Salailua	+0.7	+1.2	+1.8	+1.9	+1.7	+2.2	+2.3	+1.8	+1.4	+1.3	+1.0	+0.9	+1.3	+1.8	+1.5
Saninonga	+1.1	+0.9	+1.0	+0.3	−0.4	−0.5	−0.3	−0.2	+0.1	+0.9	+1.2	+1.2	+0.9	0.0	+0.4
Falealili	+1.6	+1.8	+1.3	+1.0	—	—	—	—	—	—	—	+1.0	+1.3	(+0.6?)	(+0.9)

Digitized by Google

Wir wollen die Diskussion der Mitteltemperatur für die einzelnen Stationen bis nach Berechnung der Terminbeobachtungen verschieben und zunächst die übrigen drei Gruppen, nämlich das Maximum, das Minimum und die mittlere tägliche Schwankung betrachten. Diese zeigen sowohl im gesamten Jahresmittel wie auch namentlich in den für die Regenmonate und die trockenen Monate gebildeten Einzelwerten im Ganzen durchaus die nach den schon früher behandelten Wind- und Niederschlagsverhältnissen zu erwartenden Gesetzmäßigkeiten.

Zunächst fällt es auf, daß die tägliche Schwankung überall größer ist als in Songi-Mulinuu, auch an den Küstenstationen Iva, Salailua und Falealili. Bei diesen ist der Ueberschuß allerdings nur 1.2° im Mittel. Und das scheint uns als Einfluß der ungeschützteren Aufstellung gedeutet werden zu müssen. Es ist ein gutes Zeichen, daß diese Wirkung so gering ist. Die Inlandstationen Afiamalu, Tafaiugatā und Lesea weisen eine im Mittel um 3.8° größere tägliche Schwankung auf. Sie ist am größten in dem geschützt liegenden Tafaingatā. Der geringere Wert in Afiamalu scheint anzudeuten, daß die Amplitude an den höher gelegenen Stationen wieder abnimmt, was ja auch sehr wahrscheinlich ist.

Eine bemerkenswerte Ausnahme macht die an der Südküste Upolus gelegene Inlandstation Saninonga mit einer sehr kleinen täglichen Schwankung. Als Gründe dafür könnte man entweder die sehr freie Lage oder die geschützte Aufstellung der Thermometer auf der gedeckten (aber offenen) Südveranda des gut gebauten Stationsgebäudes ansehen.

Die tägliche Schwankung weist einen deutlichen jährlichen Gang auf, der auf Nordseite und Südseite entgegengesetzt ist. Bringen wir die Differenzen gegen Songi-Mulinuu, welche in der Tabelle auf Seite 91 mitgeteilt sind, an die an einer früheren Stelle berechneten Mittelwerte von Songi-Mulinuu an, so ergibt sich Folgendes.

Tafel XXIV. Mittlere tägliche Temperaturschwankung.

Station		Trockenzeit	Mittel	Regenzeit	Mittel
Nordküste	Songi-Mulinuu	6.4	9.0	6.2	8.6
	Afiamalu	10.1		9.2	
	Tafaingatā	10.9		10.6	
	Lesea	10.5		9.4	
	Iva	7.2		7.7	
Südküste	Salailua	8.2	7.2	7.5	7.4
	Saninonga	6.4		7.1	
	Falealili	7.0		7.5	

Auf der Südseite, wo die Regenmenge in der sogenannten Trockenzeit überwiegt, ist in dieser Jahreszeit auch die Temperaturschwankung am kleinsten.

Digitized by Google

Auf der Nordseite ist dasselbe der Fall: die Jahreszeit mit den größten Niederschlägen (und — natürlich — der größern Bewölkung) hat die geringsten täglichen Schwankungen.

Die Tabellen über die Extremtemperaturen selbst zeigen, daß diese gegen Songi-Mulinuu vergrößerten Schwankungen sowohl durch eine Erhöhung des Maximums als auch durch eine Erniedrigung des Minimums eintritt — wenn man von den beiden Höhenstationen Afiamalu und Saninonga absieht, über deren Temperaturabnahme gegen das Meeresniveau später noch gesprochen werden soll. — Hier überwiegt die Abnahme der Mitteltemperatur mit der Meereshöhe die zu erwartende Zunahme des Maximums.

Kann man von den ungeschulten Beobachtern nicht durchaus vollkommene Ablesungen erwarten, so muß es befriedigen, daß die erhaltenen Ergebnisse nicht nur Verhältnisse zeigen, welche nach der Topographie der Beobachtungsorte zu erwarten sind, sondern daß auch die Vertrauenswürdigkeit der Beobachtungen dadurch in ein gutes Licht gesetzt wird.

Terminbeobachtungen.

Vor den beiden Stationen Afiamalu und Tafaingatā liegen auch Terminbeobachtungen vor, die wir im Folgenden zu Monatsmitteln vereinigt wiedergeben.

Die Termine waren bei Afiamalu bis Ende Januar 1906 die Stunden 6 a, 1 p, 8 p, vom Februar 1906 an ist dort eine Stunde später beobachtet worden, also 7 a, 2 p und 9 p, zu denselben Zeiten wie in Songi. Die Station Tafaingatā hat dagegen beständig die Termine 6 a, 0 p und 6 p innegehalten.

Zur Vergleichung mit Songi konnten daher die unmittelbar vorliegenden Zahlen nur für die zweite Hälfte der Beobachtungen von Afiamalu benutzt werden. Für die übrige Zeit bei dieser Station und für Tafaingatā während der ganzen Beobachtungsperiode wurden zunächst die Beobachtungen von Songi auf Grund der früher (Erg. d. S.-O. II S. 76 u. 77) mitgeteilten stündlichen Werte auf die Terminstunden des betreffenden Beobachtungsortes reduziert. Die Abweichungen, die sich für die beiden Stationen gegen die so reduzierten von Songi ergaben, ersieht man aus der folgenden Zusammenstellung. Darin ist auch eine zweckmäßig erscheinende Ausgleichung vorgenommen.

Digitized by Google

Tafel XXV. Temperatur-Terminbeobachtungen.

Jahr	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Tafaingatā.												
6 Uhr morgens.												
1905	22.8	22.7	22.4	22.1	20.9	20.4	20.9	21.3	20.4	21.4	21.9	22.4
06	23.1	23.0	22.7	22.5	22.0	21.6	20.7	21.5	21.0	21.7	22.0	22.5
07	22.1	22.5	21.6	22.1	21.2	19.4	20.9	19.2	20.9	21.9	22.4	22.4
12 Uhr mittags.												
1905	30.4	30.3	29.2	29.2	28.7	27.7	27.9	27.7	28.8	30.4	29.7	29.6
06	31.5	30.1	30.3	30.1	29.0	28.9	28.6	28.0	30.0	30.0	29.4	30.0
07	29.5	29.5	29.4	27.8	28.9	27.9	28.6	29.1	29.7	29.7	29.2	29.7
6 Uhr abends.												
1905	27.2	26.6	25.5	25.1	24.1	23.7	24.0	23.9	24.3	25.3	25.4	25.3
06	27.2	26.5	26.4	25.9	24.5	24.4	23.9	24.2	25.0	25.1	25.0	25.6
07	25.8	25.6	25.1	24.4	24.4	23.4	24.0	23.9	24.8	25.5	25.2	25.6
Afiamalu.												
6 Uhr morgens, vom Februar 1906 ab 7 Uhr morgens.												
1905	20.7	21.0	20.2	20.1	18.7	18.1	18.5	18.3	18.3	19.1	19.5	20.1
06	21.0	21.3	21.9	22.2	21.5	20.9	20.0	20.0	20.3	21.4	21.6	22.1
07	21.5	21.3	20.3	20.7	20.0	18.6	19.7	18.3	20.5	21.8	21.5	22.3
1 Uhr mittags, vom Februar 1906 ab 2 Uhr mittags.												
1905	24.1	24.6	24.5	23.8	24.1	23.2	23.5	23.1	23.3	24.5	24.1	23.9
06	24.8	25.3	23.8	24.5	23.4	24.3	23.4	23.2	24.4	24.6	24.3	25.0
07	24.5	25.0	24.5	23.3	24.3	24.4	24.3	24.4	24.2	25.5	24.2	25.1
8 Uhr abends, vom Februar 1906 ab 9 Uhr abends.												
1905	21.4	21.6	20.9	20.9	19.6	18.8	19.2	19.0	19.2	19.9	20.0	20.2
06	21.5	21.0	21.2	21.2	20.1	20.1	19.2	19.6	19.8	20.0	20.0	20.5
07	20.7	20.6	20.1	20.5	19.6	18.5	19.7	18.1	19.6	20.6	20.6	20.8

Der tägliche Verlauf, den wir aus diesen Zahlen für die vorliegenden beiden Stationen entnehmen können, entspricht dem zu erwartenden. Der Temperaturabfall vom Mittag zum Abend stellt sich wegen der Entfernung der beiden Stationen von der Küste erheblich stärker heraus als für Songi. Namentlich Tafaingatā, das die kontinentalere Lage, aber keine so große Seehöhe besitzt, zeigt die Verstärkung der täglichen Schwankung aufs Deutlichste, wie wir sie schon aus der Betrachtung der Extremen gefunden hatten.

Digitized by Google

Tafel XXVI. Mittlere Differenzen gegen Songi-Mulinuu.
Temperatur-Terminbeobachtungen.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Regen-Zeit	Trocken-Zeit	Jahr
Morgentermin.															
Afiamalu	— 3.5	— 3.4	— 3.9	— 3.6	— 3.6	— 3.8	— 4.0	— 4.0	— 4.1	— 3.9	— 3.9	— 3.5			
Tafaingatā	— 1.7	— 1.5	— 2.1	— 2.1	— 2.1	— 2.3	— 2.3	— 2.0	— 2.6	— 2.3	— 1.9	— 1.9			
Dasselbe ausgeglichen.															
Afiamalu	— 3.5	— 3.5	— 3.8	— 3.6	— 3.6	— 3.8	— 4.0	— 4.0	— 4.1	— 3.9	— 3.8	— 3.6	— 3.6	— 3.9	— 3.8
Tafaingatā	— 1.7	— 1.6	— 2.0	— 2.1	— 2.1	— 2.3	— 2.3	— 2.2	— 2.4	— 2.2	— 2.0	— 1.9	— 1.9	— 2.3	— 2.1
Mittagstermin.															
Afiamalu	— 3.6	— 3.2	— 3.7	— 3.7	— 3.6	— 3.0	— 3.5	— 3.3	— 3.2	— 3.0	— 3.3	— 3.0			
Tafaingatā	+ 2.4	+ 1.8	+ 2.0	+ 1.5	+ 1.4	+ 1.2	+ 1.1	+ 1.3	+ 2.3	+ 2.1	+ 1.8	+ 2.0			
Dasselbe ausgeglichen.															
Afiamalu	— 3.4	— 3.4	— 3.6	— 3.6	— 3.5	— 3.2	— 3.4	— 3.3	— 3.2	— 3.1	— 3.2	— 3.2	— 3.4	— 3.3	— 3.3
Tafaingatā	+ 2.2	+ 1.9	+ 2.0	+ 1.6	+ 1.4	+ 1.2	+ 1.2	+ 1.5	+ 2.1	+ 2.0	+ 1.9	+ 2.1	+ 1.9	+ 1.6	+ 1.7
Abendtermin.															
Afiamalu	— 4.9	— 4.8	— 4.9	— 4.6	— 5.0	— 4.9	— 5.0	— 5.2	— 5.2	— 5.0	— 4.8	— 4.7			
Tafaingatā	— 0.6	— 1.2	— 1.5	— 1.9	— 2.0	— 1.7	— 1.9	— 1.5	— 1.5	— 1.3	— 1.2	— 1.0			
Dasselbe ausgeglichen.															
Afiamalu	— 4.8	— 4.8	— 4.8	— 4.8	— 4.9	— 4.9	— 5.0	— 5.2	— 5.2	— 5.0	— 4.8	— 4.8	— 4.8	— 5.1	— 4.9
Tafaingatā	— 0.8	— 1.1	— 1.5	— 1.9	— 1.9	— 1.8	— 1.8	— 1.6	— 1.5	— 1.3	— 1.2	— 0.9	— 1.2	— 1.6	— 1.4

Ableitung von Temperaturmitteln.

Es soll nun noch versucht werden, aus geeigneter Kombination der Terminbeobachtungen nnd der Extremtemperaturen einen wahrscheinlichen Wert für das wahre Tagesmittel der Inlandstation Tafaingatā und der Höhenstation Afiamalu zu bekommen. Wegen der Verschiedenheit der Termine müssen sie einzeln behandelt werden.

Ans der Bearbeitung der meteorologischen Registrierungen in Apia (Abh. 2[1] S. 76 u. 77) entnehmen wir als Mitteltemperaturen für die in Tafaingatā benutzten Termine im Jahresmittel von 1903 bis 1906

	6 a	12 Mttg.	6 p	Mittel
Songi-Mulinuu	23.8	28.3	26.7	26.3

unter Berücksichtigung der in Tabelle XXVI berechneten Differenzen, ergibt sich in

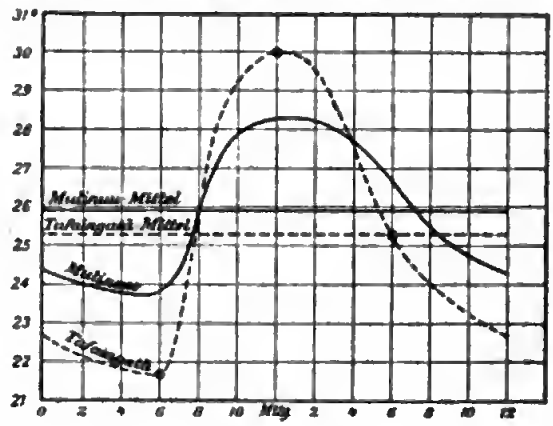
Tafaingatā	21.9	30.0	25.3	25.7.

Das Mittel ans den drei Terminen ist in Songi-Mulinuu um 0.4° größer als das wahre Tagesmittel. Man wird nicht ohne weiteres annehmen dürfen, daß diese Korrektion auch für das Inland gilt.

1) Abh. d. K. Ges. d. Wiss. zu Göttingen. Math.-phys. Kl. N. F. VII No. 2.

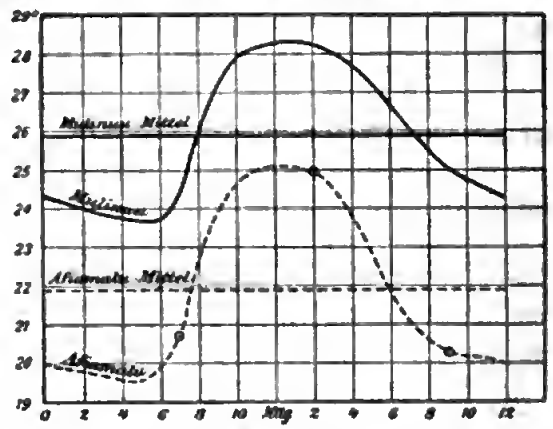
In folgender Figur haben wir den mittleren täglichen Temperaturverlauf in Mulinuu als ausgezogene Linien eingetragen und durch die drei Fixpunkte 6a, Mttg. und 6p den wahrscheinlichen Verlauf für Tafaingatā interpoliert. Daraus würde sich als wahres Tagesmittel 25°.3 ergeben. Das scheint gewagt und doch schwankten die Ergebnisse verschiedener Versuche nur unwesentlich. Eine nachträgliche Bestätigung erschien die Uebereinstimmung mit Songi-Mulinuu, wo ebenfalls das Mittel aus den drei Terminen 0.4° höher als das „wahre" Tagesmittel ist.

Stellen wir diesem das Mittel aus den Extremen gegenüber, so bekommen wir 26°.4, also 1.1° mehr! An der Küste war dieses Mittel aus den Extremtemperaturen nur um 0.2° zu hoch. Es bedeutet dieses einen neuen Beweis für die mangelhafte Bestimmung der Mitteltemperatur mittels Extremthermometer.



Figur 3.
Graphische Interpolation des täglichen Temperaturganges in Tafaingatā aus den Terminen.

Dasselbe Verfahren für die Höhenstation Afiamalu angewandt zeigt Figur 4.



Figur 4.
Graphische Interpolation des täglichen Temperaturganges in Afiamalu aus den Terminen.

Als wahres Mittel ergibt die graphische Interpolation 21.9, während das Mittel aus den Terminen $\frac{7+2+9+9}{4}$ nur 21.5 ergeben hätte. An der Küste ist der Unterschied fast der gleiche, nämlich 0.2°.

Das Mittel aus den mittleren Extremen, 27°.8 und 18°.3, ist mit 23°.1 um 1.2° zu hoch!

Die soeben gewonnenen Erfahrungen sollen zweifach verwandt werden: Erstens soll der jährliche Gang der Temperatur auf Grund der Terminbeobachtungen an den drei Stationen Songi-Mulinuu, Tafaingatā und Afiamalu mit einander verglichen werden; zweitens soll die erhaltene Korrektion des Mittels aus den Extremen auf das wahre Tagesmittel bei den übrigen Stationen Verwendung finden.

In der folgenden Tabelle der Monatsmittel der Temperatur ist an das Mittel aus den drei Terminbeobachtungen in Tafaingatā die gefundene Korrektion von $-0.4°$ und in Afiamaln $+0°.3$ angebracht. Zum Vergleich sind die Werte von Songi-Mulinuu von 1903 bis 1906 dazugesetzt.

Tabelle XXVII. Abgeleitete „wahre" Monatsmittel der Temperatur.
(reduziert auf die Epoche 1903 bis 1906).

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Songi-Mulinuu	26.1	26.4	26.4	26.2	25.8	25.5	*25.1*	25.3	25.4	26.0	26.1	26.4	25.9
Tafaingatā	26.0	26.1	25.9	25.4	24.9	24.5	*24.1*	24.5	24.8	25.5	25.7	26.2	25.3
Afiamalu	22.2	22.5	22.4	22.2	21.8	21.5	*20.9*	21.1	21.2	22.0	22.1	22.5	21.9

Danach scheint die jährliche Schwankung überall ziemlich die gleiche zu sein, im Inland ist die Amplitude etwas größer als an der Küste, 2.1° statt 1.3°, auf der Höhe des Kammes etwas geringer, 0.6°. Aber das alles müßte doch wohl durch zeitweilige Registrierungen im Gebirge später einmal bestätigt werden, da das Material nicht ganz ausreicht.

Die vorigen Ausführungen fußen auf dem überall angewandten Grundsatz, daß man aus einigen Terminbeobachtungen unter Benutzung von Registrierungen benachbarter Stationen wahre Temperaturmittel erhalten kann. Ob man das auf graphischem oder rein rechnerischem Wege macht, ist — wie gezeigt — unwesentlich.

Schwieriger erscheint es, aus der Extremtemperatur richtige Werte zu ermitteln. Wir haben gesehen, daß in Songi-Mulinuu, wo die mittlere tägliche Schwankung 6.3° ist, das Mittel aus den Extremen um 0.2° höher als das wahre Temperaturmittel ist, in Tafaingatā bei 10.7° Schwankung jedoch 1.1° höher und in Afiamalu bei 9.3° Schwankung 1.2°. Es scheint also eine gewisse Abhängigkeit dieses Fehlers von der täglichen Schwankung zu bestehen, welche man sich so zu erklären hat, daß im Inland während der Mittagsstunden die Luft stärker

Digitized by Google

erhitzt wird als an der Küste, während die Nachttemperatur weniger lokale Einwirkungen zeigt. Jedenfalls kann der Fehler nicht groß sein, wenn wir das vermutete Gesetz, „einer Zunahme der täglichen Schwankung von 2 Grad entspricht eine Zunahme der Korrektion um $^1/_2$ Grad", auf die übrigen Stationen anwenden, da deren tägliche Schwankung sich nur wenig von der in Songi-Mulinuu unterscheidet.

Es ergeben sich dann folgende Zusammenhänge:

Tabelle XXVIII. Aus den Extremtemperaturen abgeleitete Mittel.

Station	Mittl. tägl. Schwankung	Korr. d. Mittels a. d. Extremen	Mittel a. d. Extremen	Abgeleitetes „wahres" Mittel 1905—1907	1890—1906
Songi-Mulinuu	6.3°	— 0.2°	26.1°	25.9°	25.6
Afiamalu	9.3	— 1.2	23.1	21.9	21.6
Tafaingatā	10.7	— 1.1	26.4	25.3	25.0
Lesea	8.2	— 0.7	25.6	24.9	24.6
Iva	7.4	— 0.5	26.6	26.1	25.8
Salailua	6.3	— 0.2	25.4	25.2	24.9
Saninonga	7.6	— 0.6	25.6	25.0	24.7
Falealili	7.3	— 0.5	26.4	25.9	25.6

Man könnte mit diesen Korrektionen auch den jährlichen Gang der Stationen feststellen, doch ergeben sich dabei keine neuen Gesichtspunkte, sondern nur eine Bestätigung der obigen Ergebnisse. Ordnet man die Stationen nach der Meereshöhe, so ergibt sich Folgendes:

1) Küstenstationen (Apia. Iva, Salailua, Falealili)
mittlere Höhe: 5 m Mitteltemperatur: 25.5
2) Inlandstationen (Tafaingatā (140 m), Lesea (90 m), Saninonga (200 m)
mittlere Höhe: 140 m Mitteltemperatur: 24.8
3) Höhenstation Afiamalu
Höhe: 600 m Mitteltemperatur: 21.6.

Die mittlere Temperaturabnahme wäre demnach zwischen der Küste und 140 m Seehöhe: 0.55° p. 100 m und zwischen der Küste und 600 m Höhe 0.65° p. 100 m.

Relative Feuchtigkeit.

Von den beiden Stationen Afiamalu und Tafaingatā liegen auch Feuchtigkeitsbeobachtungen vor. Die von Tafaingatā sind nur für die Jahre 1906 und 1907 benutzt worden, da vorher die Befeuchtung nicht ausreichend befunden worden war.

Tabelle XXIX. Relative Feuchtigkeit (Afiamalu).

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
						morgens.						
1905 6 a	95	95	98	96	94	94	94	95	94	93	94	94
06 6/7 a	95	94	94	92	91	92	94	92	91	90	92	92
07 7 a	94	95	95	96	95	94	93	94	91	89	94	93
						mittags						
1905 1 p	89	87	87	87	79	81	82	81	81	78	80	81
06 1/2 p	84	83	88	86	86	84	86	83	82	81	87	86
07 2 p	89	85	85	89	84	80	82	79	84	87	88	88
						abends.						
1905 8 p	95	95	97	95	92	92	93	93	92	90	92	95
08 8/9 p	95	95	96	95	95	93	95	93	93	93	95	96
07 9 p	96	96	96	96	95	94	92	95	93	95	96	96
						Tafaingatā.						
						morgens 6 a.						
1906	94	91	96	95	94	95	96	92	95	96	95	96
07	96	95	96	96	93	96	96	94	94	98	98	97
						mittags 0 p.						
1906	66	68	71	72	71	76	74	72	66	72	74	74
07	76	74	74	80	72	72	72	66	67	75	79	75
						abends 6 p.						
1906	81	80	87	90	88	90	90	85	82	85	89	89
07	88	88	90	93	88	88	86	78	83	85	93	90

Die mittleren Abweichungen der Stationen von Songi stellen sich wie folgt:

Tabelle XXX. Mittlere Abweichung der relativen Feuchtigkeit von Songi-Mulinuu.

	Jan.	Febr.	Marz	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Morgentermin.													
Afiamalu	+ 3	+ 5	+ 5	+ 3	+ 3	+ 6	+ 5	+ 7	+ 6	+ 3	+ 5	+ 5	+ 5
Tafaingatā	+ 3	+ 3	+ 2	+ 2	+ 2	+ 6	+ 6	+ 6	+ 8	+ 6	+ 4	+ 6	+ 4
Mittagtermin.													
Afiamalu	+ 9	+ 5	+ 12	+ 5	+ 5	+ 3	+ 7	+ 5	+ 5	+ 6	+ 7	+ 9	+ 6
Tafaingatā	− 7	− 8	− 6	− 6	− 8	− 6	− 4	− 6	− 10	− 4	− 2	− 2	− 6
Abendtermin.													
Afiamalu	+ 6	+ 6	+ 8	+ 6	+ 7	+ 6	+ 8	+ 13	+ 8	+ 6	+ 6	+ 8	+ 7
Tafaingatā	0	0	+ 6	+ 6	+ 6	+ 5	+ 8	+ 7	+ 2	+ 2	+ 6	+ 4	+ 4

Wie man aus diesen Zahlen ersieht, ist auf einer Inlandstation wie Tafaingatā gegen eine Küstenstation wie Songi die tägliche Amplitude wesentlich vergrößert, während sie morgens und abends um 6 Uhr 4 % größere Feuchtigkeit besitzt, hat sie am Mittag eine um 6 % kleinere. Diese Erscheinung hängt natürlich insbesondere mit der Vergrößerung der täglichen Temperaturamplitude zusammen.

Bei Afiamalu dagegen finden wir einen mehr Songi parallelen Verlauf der täglichen Feuchtigkeitskurve, da sich der Ueberschuß der Feuchtigkeit dieser Höhenstation über die von Songi morgens auf 5, mittags auf 6 und abends auf 7 % beläuft. Der Unterschied in den Differenzen gegen Songi ist im Laufe des Jahres nicht sehr veränderlich, da die Schwankungen zwischen Regenzeit und Trockenzeit in diesen Beträgen nur 1 bis 2 % betragen. Uebrigens hatte sich auch für das mehrjährige Mittel der Registrierbeobachtungen von Mulinuu nur ein Unterschied von 1.3 % zwischen dem Mittelwert für die Regenzeit und die Trockenzeit ergeben, die größten Differenzen zwischen dem mittleren trockensten und feuchtesten Monat (August und April) stellten sich nur zu 5 % heraus (vergl. Erg. d. S.-O. II S. 87).

Digitized by Google

4.

Die Windverhältnisse Samoas

von

Franz Linke.

Es soll nun versucht werden, einen Ueberblick über die Windverhältnisse in den Samoa-Inseln zu bekommen. Hierfür liegen Beobachtungen an 12 Stationen zu Grunde und zwar von drei an der Nordküste gelegenen Stationen Apia, Iva und Lufilufi (die Station Lesea hat nur wenige Monate beobachtet), drei an der Südküste gelegenen Stationen Saninonga, Salailua und Fatuosofia (von der Station Falealili liegen nur 5 Monate vor) und drei Inlandstationen Afiamalu, Solana und Tapatapao. Besonders wichtig ist noch die Station Aleipata, nahe dem dem Passatwind zugekehrten Ostkap.

Das Nähere über die Stationen findet sich in den früheren Kapiteln. Hier soll nur betont werden, wie außerordentlich schwierig es war, einigermaßen brauchbares Material über Winde zu erlangen. Einmal erfordert die Beobachtung der Windrichtung und Stärke ziemlich viel Aufmerksamkeit der Beobachter und, da für die Beobachtungen keine Entschädigungen bezahlt wurden, so konnten hohe Anforderungen unsererseits nicht gestellt werden. Deshalb haben wir stets als ersten Grundsatz aufgestellt, daß lieber die Beobachtung ausfallen als Unsicheres oder Unrichtiges in die Beobachtungsbücher eingetragen werden solle. Andererseits ist die Beobachtung des Windes in Samoa mit großen Schwierigkeiten verknüpft: Es gibt keine freien Plätze in Samoa. Die einzelnen Dörfer und Pflanzungen liegen zwischen hohen Palmen versteckt in den Buchten oder in den Tälern des Inlandes, wo der Wind wenig und durch die Geländefigurationen abgelenkt, hingelangen kann. So liegt beispielsweise Afiamalu in einem sich von Südwest nach Nordost ziehenden Flußtal, es sind also die Südwest- und Nordwestwinde stark bevorzugt. Es braucht ferner nicht ausdrücklich erklärt zu werden, daß die hohen Gebirgsrücken der Inseln

stark verändernd auf die Windverhältnisse einwirken. Das gerade klar zu legen, ist der Zweck dieses Kapitels.

Es wäre unmöglich, die Windbeobachtungen richtig zu verstehen, wenn man nicht die tägliche Periode der Luftbewegung in Anrechnung brächte, welche sich in regelmäßigen Land- und Seewinden offenbart. Diese treten in Samoa, wo der Landwind zugleich Gebirgswind und der Seewind zugleich Talwind ist, naturgemäß sehr stark hervor. Auf der Nordküste ist es frühmorgens entweder windstill oder es weht ein schwacher Landwind, welcher allmählich ganz aufhört. Dann setzt in der Regel zwischen 8 und 9 Uhr — oft stoßweise — der Passat ein und zwar aus SE; gegen Mittag verstärkt er sich und dreht infolge des Einflusses des Seewindes bis ENE herum. Gegen Sonnenuntergang wird er wieder schwächer und verschwindet schnell, sobald es dunkel geworden ist; dann kommen 1 bis 2 Stunden Windstille, welche wegen der noch hohen Temperatur und des hohen Feuchtigkeitsgehalts der Luft von den Europäern drückend empfunden werden. Wie eine Erlösung wird deshalb die zwischen 8 und 9 Uhr gewöhnlich ebenfalls stoßweise einsetzende Nachtbrise vom Inlande her empfunden. Diese ist so stark, daß kleinere Segelboote in der Nähe der Küste gute Fahrt haben.

Herrscht in einer Gegend ein vom Meere kommender frischer Wind (also an den jeweiligen Luvseiten), so tritt diese Nachtbrise nicht auf, sondern macht sich nur durch eine nächtliche Abschwächung der Windstärke bemerkbar. So kennt man beispielsweise am Ostkap Aleipata die Landbrise kaum, während sie auf der Leeseite fast täglich zu beobachten ist. Die unten angeführten Beobachtungen von Apia, welche für die einzelnen Beobachtungszeiten 7a, 2p und 9p Uhr besonders aufgeführt sind, zeigen deutlich diese Verschiedenheit der Windrichtung zu den verschiedenen Tageszeiten.

Aber auch hier tritt in den Monaten, in welchen der Passat am kräftigsten entwickelt ist, Juli, August, September, häufig keine nächtliche Landbrise ein. An der Südküste ist die Landbrise in der Passatzeit nur selten zu beobachten.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß die Auswahl der Beobachtungstermine für das Studium der Windverhältnisse besonders wichtig ist. Leider können wir nur von 2 Stationen täglich dreimalige Beobachtungen, nämlich um 7a, 2p und 9p Uhr zu Grunde legen, Apia und Afiamalu. Alle übrigen Beobachter haben morgens und abends um 6 Uhr beim Ablesen des Regenmessers die Windverhältnisse notiert. Es wird also bei diesen Beobachtungen zu berücksichtigen sein, daß in der Frühe oftmals noch die Nachtbrise die Herrschaft gehabt hat. Sehr häufig wird es vorgekommen sein, daß der Beobachter bei der ungünstigen Lage seiner Wohnung sich kein gewisses Bild von der wirklichen Windrichtung hat machen können, daß z. B. in seiner Umgebung Windstille herrschte, während er an benachbarten hochstehenden Orten das Rauschen der Bäume erkennen konnte. So erklären sich wohl die vielen Lücken in den Beobachtungs-Protokollen und wir müssen annehmen, daß nur stärkere Winde, die

sicher festgestellt werden konnten, zur Beobachtung gelangten. Aus diesem Grunde sind auch Windstillen meist nicht notiert.

Immerhin wird das Beobachtungsmaterial genügen, um die Hauptgrundsätze der Windverteilung in Samoa erkennen zu lassen.

Häufigkeit der Windrichtungen in Prozenten.

Station Aleipata, Ostküste.

1905—1908. Termine: 6 a. 6 p.

Monat	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Stille
Januar	25	1	7	1	2	6	20	1	8		7	3	6	1	11		
Februar	19		12	2	19	5	12		2	2	7	2	6		10	1	
März	21	1	14	3	8	3	22				1		2	1	19	5	
April	10	3	24	4	7	1	33		1		1		3		10	1	
Mai	4	4	10	1	7	3	52	1		3	2		3	3	5		
Juni	2	1	23	6	8	3	44		1	2	6		1		4		
Juli	7	9			14	3	52	4	1	3			1			4	
August	3	2	7	5	9	8	49		1	1	8		2		4	1	
September	4	6	11	5	12	1	45	1	1		5	1	2	1	4	1	
Oktober	13	1	17	1	4	3	40	4	3	½	1		5		7	1	
November	8	4	28	4	10	6	29		2		2	1	2		10	3	
Dezember	19	1	11	3	5	1	24	5	7		7		9	1	5	1	

Station Lufilufi, Nordküste.

1905—1908. Termine: 6 a. 6 p.

Januar	1		3		40	2	4		17		1	1	28	1	15		
Februar	4		10		14	1	25		11		3		24		8		
März	2		5	1	22		9		17		1		33		9		
April	3		6		30		18		22		1		10		6		
Mai			8		32		36		20		1		1		2		
Juni			9		52		30		6				1		2		
Juli			1		32	1	30	6	22	2	1		1		1		2
August	1		4		10	1	36	4	31	2	1	1		1	1		9
September	4	1	1		38	1	33		6	1	1	1	1				15
Oktober	1		3		31		42	1	14				1		4		2
November			7		35		43		7				4	1	1		
Dezember	1		7	1	25		21	1	8				11		6		16

Station Solaua, Inland.

1907—1908. Termine: 6 a. 6 p.

Januar	29		34		2		5		6		11		2	2	10		
Februar	17		52	3			7		10		3				7		
März	32		16		2		2		5		4		7		35		2
April	25		41		15		5		2				2		7		5
Mai	5		31		18		18		10		13				3		2
Juni	5		12		8		23		48		3						
Oktober	14		25		21		18		21								
November			46		30		8		8		4				4		
Dezember	5		50		12		12		23		4						

Digitized by Google

Häufigkeit der Windrichtungen in Prozenten (Fortsetzung).

Station Afiamalu, Inland.

1905—1907. Termine: 7a, 2p, 9p.

Monat	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Still
Januar	2%	1	37	3	6	2	4	3	2	1	8	5					29
Februar	½	2	27	4				1	5	4	14	3					41
März	1	3	31	3	1		½	½	1	4	13	3	1		1	½	37
April	1	2	34	5	4	1	7	1	1	2	8	2			1	½	32
Mai	1	6	19	1	3	½	2	5	3	8	26	1		½	½	1	24
Juni	2	3	19	8	7	2	7	6	2	3	20		1				19
Juli	½	½	15	9	4	1	7	½	5	6	26	2	½	½			24
August		2	10	6	12	3	6	2	8	3	22	2		½			22
September		1	13	12	15	1	5	6	3	4	18	1			½	½	19
Oktober			19	12	22	3	5	2	½	2	12	1					22
November			23	8	8	1	4	7	7	½	8	½					30
Dezember	½	½	19	4	4	4	7	7	2	2	11	2				1	45

Station Apia, Nordküste.

1905—1907.

	7a.									2p.										9p.								
Monat	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
Januar	2	0	14,3	18	42,4	19,3	1,6	2,6		11	27,6	45,6	18,7	3,6	3,0	1,6	2,0		3	2,6	17,3	21,0	35,0	11,3	3,0	4,3	2,0
Februar	0	3	6	19,7	45	19	4,6	1,3	1,3	11,3	20,0	35,6	3,0	6,6	11,1	8,6	5,0	1,3	0,6	1,3	14,0	21,3	39,0	19,3	2,6	0,6	1,3
März	3	0,6	17,3	15	33,4	22,7	5	3,0		13	18,3	57,6	4,0	5,3	8,0	5,6	9,0		3,3	1,0	24,6	20,4	26,0	16,7	8,0		
April	0	4	19	15	44,4	14,3	0	3,3		9,0	13,3	37,2	8,0	2,6	3,6	2,3	3,6		3,6		23,7	28,7	35,0	7,0	2,3	0,6	2,0
Mai	0	1	12	18	54,5	15,3	0			7,0	11,7	60,5	5,3	2,6	6,0	0,6	1,0			1,0	28,4	25,3	35,6	6,6	1,0		
Juni	0	1	27	22,3	32,6	15,3	1			5,0	10,3	77,0	4,6	1,0			1,0			1,0	30,0	30,6	32,4	4,0	2,0		
Juli	1	1	26	22	39,7	10,3				4,6	10,3	78,3	4,3	1,3	1,0		0,6				32,6	34,0	27,3	5,0			
August	0	0	38,4	21,6	29,7	12				1,6	11,0	75,5	6,0	3,3	2,0				0,6	0,6	43,5	21,0	29,4	4,0	1,0		1,0
September	1	0	29,3	36,5	28,7	8,6	0,6			2,0	4,6	85,3	9,0	2,0							43,5	33,0	24,4	3,7			
Oktober	0	0	30,7	26,3	35	7,6				3,3	11,7	72,0	7,0	4,0					2,6	1,6	33,3	26,3	29,4	4,6			
November	1	1,3	29,3	19,7	38,7	9,6				3,9	18,3	65,0	5,3	4,3		1,0	3,3		2,4	4,6	26,7	36,7	28,7	3,0		2,0	1,0
Dezember	1	1,3	26,7	21,3	35	11	1,6	1,0		7,3	13,0	57,2	9,0	3,6	2,6		4,6			0,6	30,0	26,3	28,7	10,1		2,0	1,0

Station Tapatapao, Inland.

1906. Termine: 6a. 6p.

Monat	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Still
Januar	5%	2		2	47	2		5	8	6	2		9	11	3		2
Februar	1	2	2		26	8	16	4	8	8	5	8	6	2	1		2
März	8	8	4	2	41	5	5	6	1	3	2		5	2	1		6
April	8	3	3	3	48	2	12	1	5				4		2		10
Mai	3		1	3	47	7	12	4	7				6				3
Juni	6	2	4		47	2	19		19				2				
Juli	3	1	6		42	2	34	1	6	1	2				1		2
August	7		2	5	40	9	9	12	15	2							
September			3	2	43	12	31		3		2						2
Oktober	2	2	18		4		4	4	56		2					2	7
November																	
Dezember	4	2	7	2	77		4		4								

Digitized by Google

Häufigkeit der Windrichtungen in Prozenten (Fortsetzung).

Station Lesea, Nordküste.

1906. Termine: 6 a. 6 p.

Monat	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Still
Januar	11%		28		28		22		11								
Februar					29	10			19		19		14	10			
März	10		37	10	10										32		
April	11				44	22	11					10					
Mai	25			25	25								25				

Station Fatuosofia, Südküste.

1905—1908. Termine: 6 a. 6 p.

Monat	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Still
Januar		6	28		19	8	2	8		7	18	2					
Februar	1		44		9					2	33	8	1				
März			55	4	9	5	10			2	10		4				
April			44		10		16	1	4		19	1	5				
Mai			31		2	3	7	10	6	1	29	1	8				1
Juni	1	2	21		10	1	2		9	3	48		1				
Juli		1	21		7	1		2	2	2	62						
August			25		2				1	2	68						
September			19		11			1	2	3	60		1		1		
Oktober			35		17		2		1	1	40	1	2				
November			50		15			1	1	1	25		1				
Dezember			58						1		33	2	4				

Station Iva, Nordküste.

1905—1908. Termine: 6 a. 6 p.

Monat	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Still
Januar	8	1	9	6	7	3	10	2	17	2	2		26		7	1	
Februar	1		4	1	12		8	1	11	1	18	4	24	1	10		2
März	7	1	4	3	11	2	12	1	18	1	9	2	20	0	12	1	
April	6		15	4	15	1	12	5	5	1	5	3	24	1	2	1	
Mai	2	2	4	3	18	4	9	3	18	1	5	4	24		1		
Juni	2	1	5	4	21	2	9	2	24	2	1	½	20	½	5	½	
Juli	2		3	2	17	4	16	1	23	3	2		23	1	2		
August	2	2	6	3	32	3	9	1	19	2	5	½	15	½	1		1
September	1	1	8	2	26	4	10	1	12	1	8		23		2		
Oktober	4	1	12	2	21	2	11	2	18	1	4	1	18	1	1		
November	5	1	8	2	21	1	4	1	24	2	3		23	1	3		1
Dezember	7		5	1	18	2	9	1	10	1	5		34		8	1	1

Station Salailua, Südküste.

1905—1908. Termine: 6 a. 6 p.

Monat	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Still
Januar					21	4		4		4	4	29	4	14			18
Februar					19	11	8				15	35	11				
März					52	13	4					4	22	4			
April					25	18		3	3		25	3	21				
Mai		2			20	17	11	2	11		24						13
Juni				2	19	22	4	4	18	4	8	12	2				6
Juli			2		29	15	2	9	22	6	15		2				
August					26	32	6	12	15	3	6						
September					20	13	3	7	7	7	23	7	10				
Oktober					34	13	1	9	10	3	12	1	15	1			
November	1		1		14	5	8	8	20	9	7	5	14	9	1		1
Dezember					4	4		6	7	6	11	9	19	6	4	1	23

Digitized by Google

Häufigkeit der Windrichtungen in Prozenten (Fortsetzung).

Monat	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Still
Station Saninonga, Südküste.																	
1905—1908.																Termine: 6a.	6p.
Januar	77		10		2		2				1		1		2	1	4
Februar	75	1	8	1	1		1	1	2		1		3	1	3	1	4
März	59		6	1	1	1	4	1	2	1	1		1	1	10	3	8
April	68		10		3	½	1	1	1		½		½		4		13
Mai	63	1	5	1	13	3		1	1			½	1		1	½	6
Juni	50	1	9	1	20		14		1		1				1		3
Juli	49	2	9	1	19	2	12		2						1		4
August	50	½	18		13	1	12	3	½				1				1
September	37		14	1	25	1	10	2	2		1		6				4
Oktober	62	1	12	1	17	1	3	2									2
November	63	3	16		9	1	3	1	1	1			1			1	2
Dezember	70		11		7	1	4	1	1	1			1		1	1	3
Station Falealili, Südküste.																	
1905—1907.																Termine: 6a.	6p.
Januar			2		42				6		2		23				25
Februar	2						2		2		2		31				59
März					20		10		2	2	8		35	5			18
April	4		21		45		4						9				12
Mai	6		9		41		12		12		19						

Aus den obigen Beobachtungen geht sofort das Ueberwiegen der Ost- und Südostwinde hervor. Wir befinden uns ja in dem Bereich des SE-Passates, der nach den Schiffsbeobachtungen im Mittel aus ESE kommt.

Abweichende Ergebnisse haben wir nur von 2 Stationen, Saninonga und Fatuosofia. Letztere Station liegt an dem Westkap von Upoln, durch den ganzen Gebirgskamm der Inseln gegen die Passatwinde geschützt. Hierher kann der Passat überhaupt nur gelangen, wenn er eine starke südliche Komponente hat, also als S- oder wohl gar SW-Wind. Merkwürdig hingegen sind die Beobachtungen, die in Saninonga gemacht sind und — wie wir uns überzeugten — zweifellos richtig. Es überwiegen, wenigstens zu den Beobachtungsterminen um 6 Uhr früh und abends die Nordwinde, welche hier an der Südküste vom Lande herkommen. Saninonga liegt am freiesten von allen Beobachtungsstationen, inmitten einer jungen Kakao-Plantage, etwa 4 Kilometer von der Küste, an einem verhältnismäßig steilen Abhang. Gegen den Passatwind ist es durch eine entfernte Waldecke geschützt; durch dieses Gelände scheint der Landwind stark begünstigt zu sein, wie aus den Beobachtungen hervorgeht.

Um diese Beobachtungen übersichtlicher zu ordnen, fassen wir die ähnlich liegenden Stationen zu Gruppen zusammen und zwar die drei an der Nordküste gelegenen Stationen Apia, Iva und Lufilufi, an der Südküste Saninonga, Fatuosofia und Salailua und die Inlandsstationen Afiamalu, Solana und Tapatapao. Für die Ostküste bleibt die Station Aleipata als einzige — allerdings sehr wichtige und vertrauenswürdige — vertreten.

Digitized by Google

Ferner wollen wir die Windrichtungen in die drei Hauptttypen zusammenfassen, nämlich für Passatwinde ENE, E, ESE, SE und SSE. Ferner die Nordwinde, nämlich NW, NNW, N, NNE und NE; und dann als dritte Gruppe die übrig gebliebenen S- und SW-Winde, nämlich S, SSW, SW, WSW, W und WNW. Diese letzte Gruppe besteht aus sechs Windrichtungen, während die beiden vorigen nur je fünf haben. Sie werden also in den folgenden Tabellen etwas zu große Relativzahlen aufweisen.

Es ergibt sich somit die Tabelle auf Seite 108.

Aus dieser ist nun ganz klar ersichtlich, daß überall die Passatwinde in der Mitte des Jahres und zwar hauptsächlich im Juli, August und September ihre größte Häufigkeit erreichen, daß andererseits die Nordwinde am meisten in der Regenzeit, also besonders von Dezember bis März beobachtet wurden. Die jährliche Periode der Süd- und Westwinde ist an den verschiedenen Küsten verschieden. An der Südküste und im Inland, wo wohl die einwandfreiesten Beobachtungen möglich sind, zeigen sie ebenfalls ein Maximum der Häufigkeit in den Passatmonaten, während sie an der Nord- und Ostküste in der Regenzeit am häufigsten sind. Allerdings zeigt sich in den späteren Passatmonaten hier ein zweites Maximum. Das Maximum in der Regenzeit erklärt sich wohl dadurch, daß hier die Nachtwinde vom Lande her (also aus Süden) regelmäßiger eintreten, weil in der Regenzeit häufiger Windstillen vorkommen als in der Passatzeit und sich die Land- und Seewinde dann typischer entwickeln können.

Wir müssen danach also eine jährliche Winddrehung annehmen, in der Art, daß der Ostwind in der Regenzeit durchschnittlich aus nördlicheren, in der Passatzeit aus südlicheren Richtungen weht und die extremsten Monate der März mit NE und der September mit SSE-Wind sind. Diese jährliche Winddrehung steht im Zusammenhange mit der Wanderung des meteorologischen Aequators und ist beeinflußt durch die Monsun-Bildungen in Asien und Australien. Um die Jahresmitte (Nordsommer) ist der Wind auf das asiatische Tiefdruckgebiet zu gerichtet, während beim Jahreswechsel (Südsommer) das australische Tiefdruckgebiet die Luft ansaugt.

In der Abhandlung 2 der Ergebnisse des Samoa-Observatoriums ist für Apia gezeigt worden, daß die nach den Schiffsbeobachtungen sonst zu erwartende Häufigkeit der Nordwinde sich aus den Registrierungen nicht ergab. Auch hier sehen wir in gleicher Weise, daß die Beobachtungen an der Nordküste das Hervortreten der Nordwinde in der Regenzeit nicht sehr deutlich zeigen; sie treten eben nur verhältnismäßig selten kräftig entwickelt auf und dann als Orkane oder doch wenigstens im Gefolge von schweren Böen. Die schwach entwickelten Nordwinde werden durch die Landwinde in ihrer Gesamtwirkung aufgehoben.

Die Ergebnisse ergänzen also die Registrierungen in Mulinuu in erfreulicher Weise, indem sie die Beobachtungen auf den Luvküsten denen in Apia gegenüberstellen. Man darf sich aber nicht zu scharf an die prozentische Verteilung halten, die durch die oben genannten Mängel der Beobachtung leicht verschoben

Digitized by Google

Häufigkeit der Windrichtungsgruppen in Prozenten.

Monat	Nordküste	Südküste	Inland	Ostküste	Mittel
			Passatwinde.		
Januar	40	23	27	30	30
Februar	*32*	*17*	23	38	*28*
März	33	32	22	36	31
April	45	26	35	45	38
Mai	52	30	37	64	46
Juni	55	33	43	61	48
Juli	58	33	50	**73**	**54**
August	56	**36**	52	48	48
September	**65**	31	**64**	43	50
Oktober	59	33	31	38	40
November	56	25	26	*29*	34
Dezember	45	26	54	31	39
			Nordwinde.		
Januar	**21**	41	41	44	37
Februar	17	44	37	41	35
März	19	44	**55**	**60**	**44**
April	16	41	42	48	37
Mai	9	34	24	23	22
Juni	10	28	18	30	24
Juli	*5*	28	14	20	17
August	7	31	11	*11*	15
September	7	*24*	*9*	12	*13*
Oktober	11	37	31	18	24
November	13	44	40	14	28
Dezember	15	**47**	16	21	25
			Süd- und Westwinde.		
Januar	45	*28*	24	25	30
Februar	**50**	**37**	25	19	34
März	**50**	*27*	17	*4*	24
April	36	28	*8*	5	*19*
Mai	38	28	25	11	26
Juni	*28*	35	**33**	10	26
Juli	32	**38**	24	*4*	24
August	**36**	32	26	42	**34**
September	*25*	33	16	44	30
Oktober	28	29	25	43	31
November	31	32	22	**53**	**35**
Dezember	33	34	10	50	32
			Windstillen.		
Januar	0	7	10	0	4
Februar	1	1	14	2	4
März	0	3	15	0	4
April	0	4	16	0	5
Mai	0	7	10	0	4
Juni	0	3	6	0	*2*
Juli	1	1	15	0	4
August	3	0	11	1	4
September	5	1	10	0	4
Oktober	1	1	10	0	3
November	1	1	15	1	4
Dezember	**6**	**9**	**22**	1	**10**

Digitized by Google

sein kann. Unserem Gefühl nach überwiegt der Passatwind viel stärker, etwa in dem Maße, wie es die Registrierungen in Mulinuu zeigen, die zum Vergleich noehmals hier wiederholt werden mögen.

Windregistrierungen in Mulinuu 1906.

	Passatwinde	Nordwinde	Süd- und Westwinde	Mittlere Geschwindigkeit
Januar	56%	11%	35%	2.0 m. p. s.
Februar	36	7	52	2.4
März	49	23	24	2.6
April	65	14	19	2.7
Mai	83	9	5	3.1
Juni	92	4	1	3.4
Juli	84	10	2	2.8
August	96	3	1	4.7
September	97	2	1	3.6
Oktober	86	9	4	3.3
November	73	14	13	2.7
Dezember	72	14	12	2.8
Jahr	74%	10%	14%	3.0 m. p. s.
Passatzeit	90	6	2	3.5
Regenzeit	59	14	26	2.5

Wie eine Vergleichnng zeigt, sind die Unterschiede zwisehen der dreimaligen Beobaehtung und der Registrierung doeh nicht ganz nnwesentlieh. Sie erklären sich aus der Wahl der Beobachtungstermine und teilweise wohl auch durch den Unterschied der Lage des Beobaehtungsortes.

Das gilt ganz besonders von den Zahlen über Windstillen. Schon die Beobachtungen in der Tabelle auf Seite 103 bis 106 zeigen deutlich die großen Unterschiede der einzelnen Stationen, welehe teils durch die Lage, teils durch die Beobachter hineingebracht sind. Wir wollen daraus deswegen weitere Schlüsse nicht ziehen.

Das Hauptgewicht muß auf die jährliche Periode gelegt werden und diese ergibt sich ja anch recht gut ans den Beobachtungen, deren Mittelung den Einfluß der Insel einigermaßen eliminiert.

Es seien die Mittelwerte für die beiden Jahreszeiten noch einmal in folgender Tabelle zusammengefaßt.

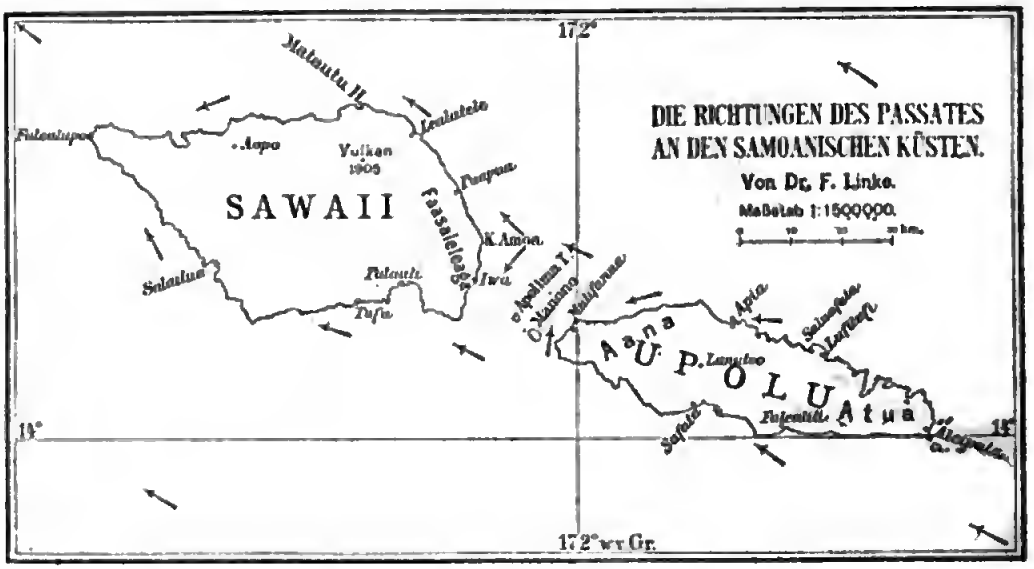
Vorherrsehende Windriehtnngen in Passat- nnd Regenzeit.

	Passatwinde		Nordwinde		Süd- und Westwinde		Stillen	
	Passatzeit	Regenzeit	Passatzeit	Regenzeit	Passatzeit	Regenzeit	Passatzeit	Regenzeit
Nordküste	58	42	8	17	31	41	2	1
Südküste	33	25	30	44	32	31	2	4
Ostküste	54	35	19	38	26	25	0	1
Inland	46	31	18	38	25	18	8	15
Mittel	48%	33%	19%	34%	28%	29%	3%	5%

Digitized by Google

Es muß noch erwähnt werden, daß in allen diesen Jahren, aus denen hier Beobachtungen bearbeitet sind, Orkane nicht vorgekommen sind. Sie sind überhaupt selten in Samoa und gehen meist südlich vorüber. Dann bewirken sie aber in Samoa längere Zeit nördliche Winde, die eine Aufstauung des Seewassers und damit hohen Seegang an der Nordküste zur Folge haben. Das war auch die eigentliche Ursache der Katastrophe im Apiahafen, der „Adler“ und „Eber“ zum Opfer fielen. Für die Boote der Samoaner bringt schon geringer Nordwind große Gefahren beim Passieren der Apolimastraße zwischen Savaii und Upolu, in welcher dann starke Strömungen und hohe See auftreten.

Die Beobachtungen trotz ihrer Mängel bestätigen vollkommen das, was man auf Schiffs- und Bootsreisen in den Samoa-Inseln beobachten kann; einerseits das Ueberwiegen der Passatwinde, dann aber auch die Unterschiede in der Richtung des Passates je nach der Jahreszeit. In der beifolgenden Figur 5 ist nach



Figur 5.

den bei Bootsreisen gemachten Erfahrungen der mittlere Verlauf des Passates an den samoanischen Küsten eingetragen worden. Man erkennt, wie die Luft an beiden Ufern entlang streicht, in der mittleren Richtung von ESE nach WSW. Segelboote können daher sowohl an der Nordküste wie an der Südküste vor dem Winde hersegelnd von einem Kap zum anderen gelangen. In den späten Passatmonaten August, September und Oktober aber ist die Südküste für größere Segelschiffe verrufen, weil hier oft der stürmische SSE-Wind weht, dessen samoanischer Name Tuāoloa ist. Er tritt besonders zwischen den beiden Inseln Savaii und Upolu so stark hervor, daß die Boote von Savaii nicht nach Upolu hinüber gelangen können. Da dieser Tuāoloa direkt vom Süden her senkrecht auf das Gebirge gerichtet ist, kommt er auf der Nordküste als

Digitized by Google

Föhn an. Man sieht dann von Apia aus, daß eine Wolkenwand über dem Gebirgskamm steht, welche jedoch nicht herüber kommt. Auf der Nordküste ist es dann vollkommen windstill und nur die Tag- und Nachtwinde lösen sich ab. Einige andere Einzelheiten über die Winde in Samoa kann man aus meinem Aufsatz ersehen: „Somoanische Bezeichnung für Wind und Wetter". Globus Band 94 No. 15. 1909. Diesem Aufsatz ist auch das nebenstehende Bild entnommen.

Am Samoa-Observatorium sind aber auch die Winde höherer Schichten durch Drachen- und Ballon-Aufstiege untersucht worden. Diese Studien, über welche in zwei Aufsätzen in den Nachrichten der Göttinger Gesellschaft der Wissenschaften[1]) Näheres nachzulesen ist, ergeben kurz, daß der Wind schon in geringer Höhe stark aus E nach NE herum dreht und so allmählich in den Antipassat überzugehen scheint.

Hervorgehoben soll zum Schluß noch werden, daß auch die Gezeiten-Winde deutlich beobachtet werden. Bei Springflut nimmt die Windstärke bei dem höchsten Wasserstande eine sturmartige Gewalt an, hört dann plötzlich auf, sobald das Wasser abzufließen beginnt. Diese Erscheinung tritt so deutlich auf, daß die Samoaner, welche natürlich die Windverhältnisse ihrer Heimat außerordentlich gut kennen und oft überraschend genau Windveränderungen und lokale Eigentümlichkeiten verschiedener Buchten- und Küstengegenden vorhersagen, mit diesem Abflauen des Windes nach Hochwasser rechnen.

1) F. Linke. Meteorologische Drachenaufstiege in Samoa. Gött. Nachr. 1906.
K. Wegener. Die aerologischen Ergebnisse im Jahre 1909. Gött. Nachr. 1910.

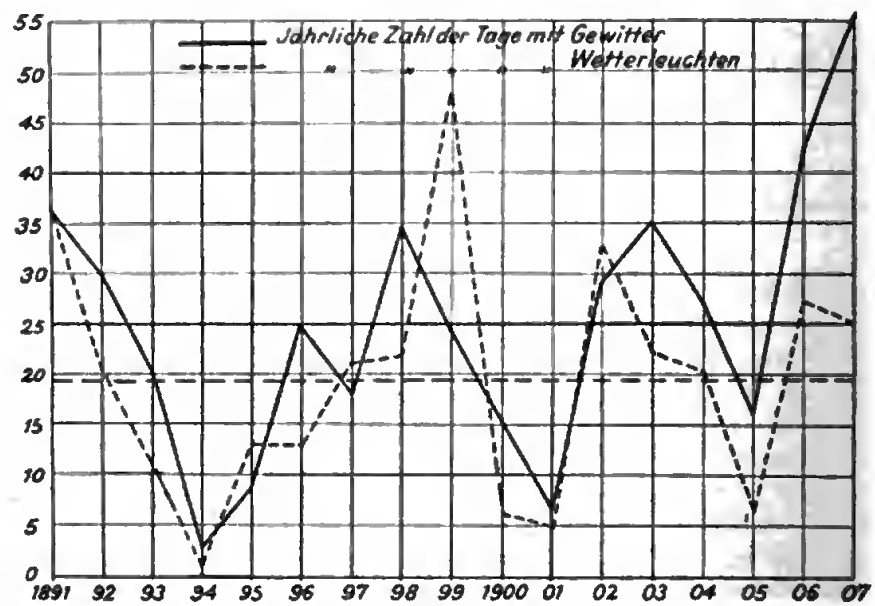
Digitized by Google

Anhang.

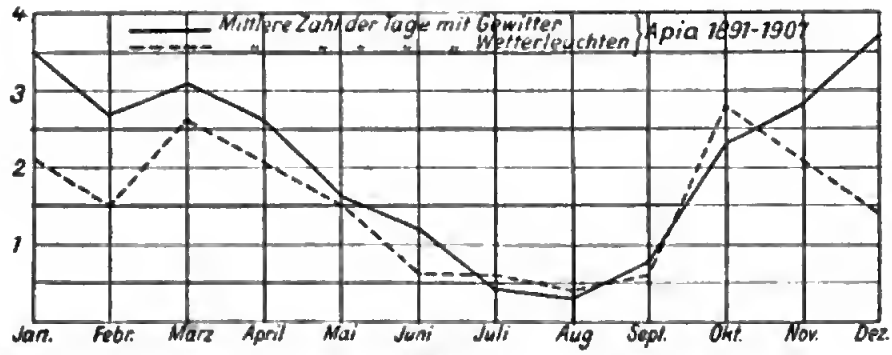
Gewitter- und Wetterleuchten

nach den Beobachtungen von Dr. B. Funk.

Gewitter-Beobachtungen sind nur von Apia aus längere Zeit hindurch und lückenlos angestellt. Das Gesamtresultat der vorliegenden 18 Jahre soll der Vollständigkeit halber kurz besprochen werden. Es ergibt sich im wesentlichen aus der folgenden Tabelle. Die untenstehende Abbildung (Figur 6) gibt den mittleren jährlichen Verlauf für die Tage mit Gewittern und Wetterleuchten. Figur 7 zeigt den Verlauf der Jahressumme der Gewittertage innerhalb der 18 Jahre; bei den letzteren fällt sofort die auffällige Veränderlichkeit ins Auge. Während im Jahre 1894 nur 3 Gewitter beobachtet sind, brachte es das Jahr 1907 auf 56 und zwar ändert sich die Gesamtsumme ganz regelmäßig in auf- und absteigender Kurve, aber nicht in Parallelismus mit der Zahl der Sonnenflecke. Bemerkenswert aber ist doch die Zunahme in den Jahren 1906 und 1907. Dabei ist zu beachten, daß im Jahre 1905 ein Vulkan ausbrach, welcher schon nach einigen Monaten eine allen Bewohnern Samoas auffallende



Figur 6.



Figur 7.

Anzahl der Tage mit Gewitter (Wetterleuchten). Apia.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
1891	8 (5)	1 (3)	4 (7)	6 (9)	2 (1)	2 (1)	—	—	1 (1)	4 (6)	4 (1)	4 (2)	36 (36)
1892	3 (2)	1 (2)	3 (8)	1 (5)	1	4	1	1	3	7 (2)	2	3 (1)	30 (20)
1893	3 (2)	3 (1)	5 (1)	2	1 (3)	1	1	—	—	(2)	4 (1)	(1)	20 (11)
1894	—	—	1	1 (1)	—	—	—	—	—	1	—	—	3 (1)
1895	1	—	—	—	—	—	—	(2)	(1)	(8)	3	5 (2)	9 (13)
1896	6 (1)	5 (2)	3 (1)	5 (6)	—	—	—	—	(2)	(1)	2	4	25 (13)
1897	1	2 (1)	(1)	(3)	3 (1)	3 (2)	(4)	—	—	2 (2)	1 (3)	6 (4)	18 (21)
1898	6 (1)	(1)	6 (2)	4 (6)	3 (1)	(1)	1	2 (1)	4 (1)	3 (3)	3 (3)	4 (2)	36 (22)
1899	3 (2)	5 (1)	6 (4)	4 (4)	1 (4)	1 (5)	(4)	—	(1)	2 (4)	1 (11)	(8)	24 (48)
1900	3 (2)	8 (3)	(1)	—	1	—	—	—	—	—	3	—	15 (6)
1901	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2 (1)	1 (4)	2	7 (5)
1902	9 (7)	1	4 (4)	2 (2)	2 (3)	2	(1)	—	(1)	2 (8)	4 (6)	3 (1)	29 (33)
1903	9 (3)	1	1 (1)	6 (3)	(2)	1	(1)	(3)	—	4 (3)	5	8 (6)	35 (22)
1904	2 (1)	6	3 (5)	2 (3)	2 (7)	2	1	—	—	3 (1)	2 (2)	4 (1)	27 (20)
1905	(1)	3 (1)	(1)	2	1	—	2 (1)	—	—	2 (1)	3 (1)	3	16 (6)
1906	2 (4)	2 (3)	7 (6)	4 (3)	6	3 (1)	—	2	2 (2)	3 (3)	4	7 (5)	42 (27)
1907	4 (5)	8 (7)	10 (2)	5	5 (4)	2	—	—	2 (2)	4 (2)	6 (3)	10*)	56 (25)
Mittel aus den Jahren 1891 bis 1907.													
Gew.	3.5	2.7	3.1	2.6	1.6	1.2	0.4	*0.3*	0.8	2.3	2.8	3.7	25.1
W.-L.	2.1	*1.5*	2.6	2.6	1.5	0.6	0.6	*0.4*	0.6	2.8	2.1	1.9	19.4

*) Vom 1. bis 18. sind 6 Gewitter beobachtet.

Trübung der Atmosphäre — trotz der stetigen Passatwinde auch im Osten der Inselgruppe (Antipassat!) — zur Folge hatte. Es liegt sehr nahe, die Häufung der Gewittertätigkeit dem Ausbruch des Vulkanes zuzuschreiben, wenigstens wäre für die ganz außergewöhnliche Zunahme in den letzten Jahren keine andere Erklärung zu finden.

Was den jährlichen Verlauf anbetrifft, so sieht man deutlich das Maximum der Gewitter in der Regenzeit. Den durchschnittlich 3,7 Gewittern im Monat Dezember stehen im August nur 0,3 gegenüber. Für Wetterleuchten ergibt sich eigentümlicherweise eine doppelte Periode mit Maxima im März—April nnd Oktober, den Uebergangsmonaten zwischen Passat- und Regenzeit. Offenbar setzt die erhöhte Gewitterzahl der Regenzeit die Hänfigkeit der Wetterleuchten

herab. Fassen wir die Passatmonate (Mai bis Oktober) und die Regenmonate (November bis April) zusammen, so zeigen die Passatmonate 1,0 Tage mit Gewittern und 1,0 Tage mit Wetterleuchten und die Regenmonate 2,9 Tage mit Gewittern und 2,0 Tage mit Wetterleuchten. Während also in der Passatzeit die Wetterlage stabil ist und zu Regen nur selten Veranlassung gibt, haben die intensiven Kondensationsprozesse der Regenzeit häufigeres Auftreten von elektrischen Entladungen zur Folge.

Allgemein wäre nach den gelegentlichen Beobachtungen noch zu erwähnen, daß die Gewitter Samoas an Heftigkeit unseren deutschen Gewittern nicht gleich kommen. Gewöhnlich ist nach einigen Entladungen und kurzen Regenschauern die Energie verbraucht. Die Gewitter werden sowohl nachts wie auch am Tage beobachtet. Am Tage sind sie hauptsächlich im Gebirge und nachts fast ausnahmslos über dem Ozean. Häufig konnte beobachtet werden, daß die Gewitter mit Sonnenuntergang die Insel verließen und sich dem Meere zuwandten. Die Zugrichtung der Gewitter ist nicht scharf bestimmt, jedoch glauben wir beobachtet zu haben, daß diejenigen Gewitter, welche hoch hinaufreichen und deren Wolkentürme man von weitem bis zu großen Höhen hinaufschießen sah, sich mit der Richtung des Antipassats aus NW bewegten, während schwächere Höhen mit dem Passat von E nach W an den Gebirgen des Inlandes entlang zogen.

Der Entstehungsort der Gewitter liegt wohl meist im Gebirge, über dem sich des Mittags die hohen Cumuli aufzutürmen pflegen, überragt von falschen Cirren; aber auch Buchten, welche gegen Winde geschützt sind und in denen deshalb eine starke Ueberhitzung der Luft Platz greifen kann, wie z. B. die Fangaloabucht in Nordost-Upolu und den Falealilihafen in Süd-Upolu, besonders aber die flachen Rifflagunen zwischen Savaii und Upolu bieten besonders günstige Gelegenheiten zum Zustandekommen von Gewittern, wie wir häufig zu beobachten Gelegenheit hatten. Es mag noch erwähnt werden, daß Hagel und Graupeln in Samoa nicht beobachtet worden sind, daß man ferner in Samoa dieselbe Beobachtung gemacht hat, welche die Aufmerksamkeit anderer Forscher in tropischen Ländern erregt hat, nämlich, daß auch die stärksten Gewitter im Gegensatz zu denen der mittleren Breite niemals von schnellen Luftdruckschwankungen (Gewitternasen) begleitet sind.

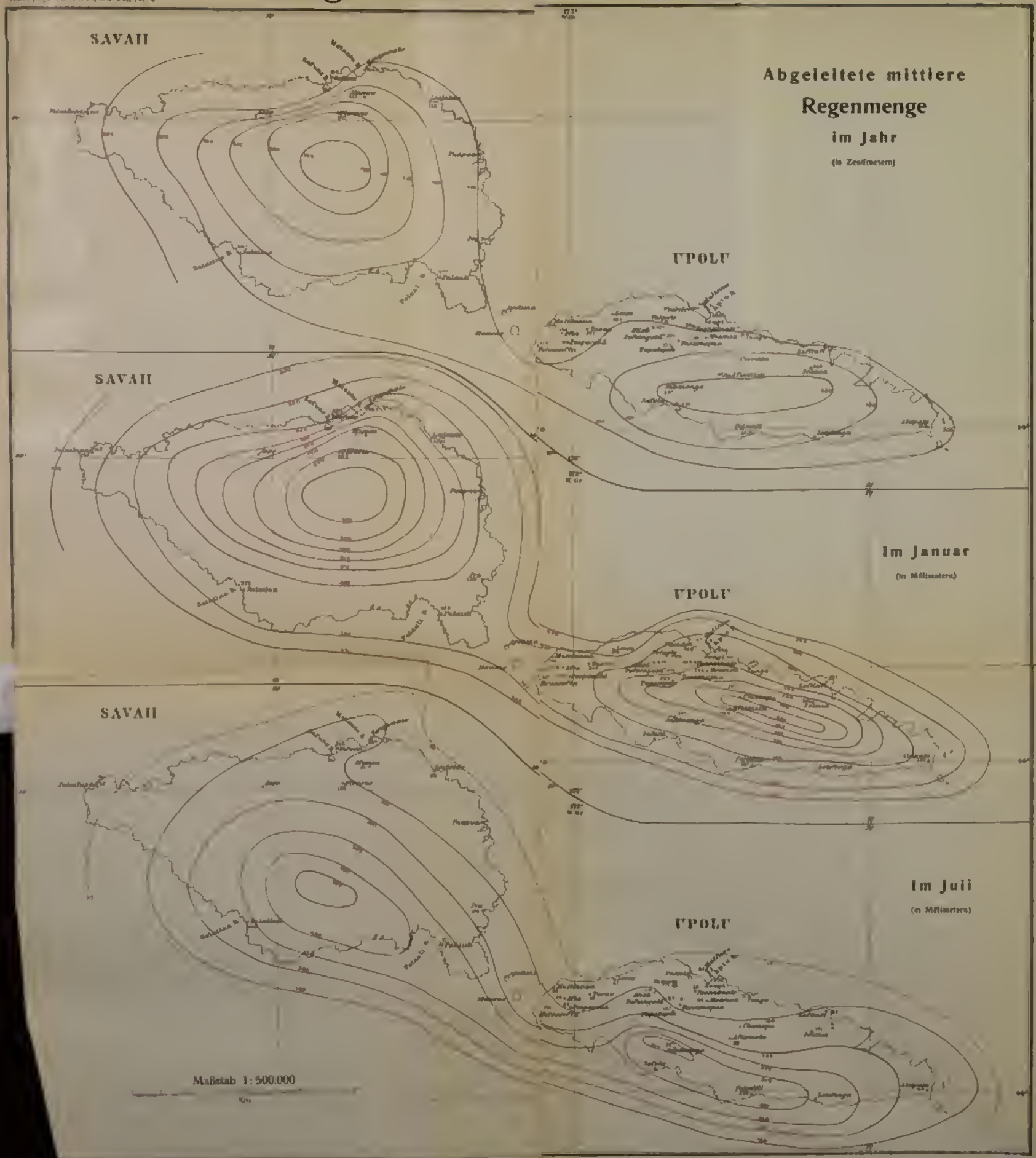
Hiermit schließen wir unsere systematischen Verarbeitungen der meteorologischen Beobachtungen in Samoa.

In einer eingehenden Behandlung der Registrierungen (Abh. II der Ergebnisse des Samoa-Observatoriums) glauben wir der theoretischen Meteorologie einige neue Anregungen und Unterlagen gegeben zu haben. Durch Vereinigung der in dieser ersten Abhandlung gefundenen Resultate mit den langjährigen Terminbeobachtungen Dr. Funks (vorl. Abh. Teil 1 und 2) ist beiden eine erhöhte Bedeutung gegeben. Zuletzt (Teil 3 und 4) wurden die Beobachtungen an anderen Stationen, besonders Niederschlag und Temperatur besprochen und dabei die Kenntnis des Klimas der Samoa-Inseln von Apia ausgehend über die ganze Inselgruppe ausgedehnt. Es konnte hierdurch erreicht werden, daß nunmehr das Klima von Samoa besser bekannt ist als das aller andern deutschen Schutzgebiete.

Digitized by Google

Abhandl. d. K. Ges. d. Wiss. zu Göttingen,
Math.-phys. Kl., N. F., Bd VII, Nr 4

Regenkarten von Deutsch-Samoa



...che Buchhandlung, Berlin

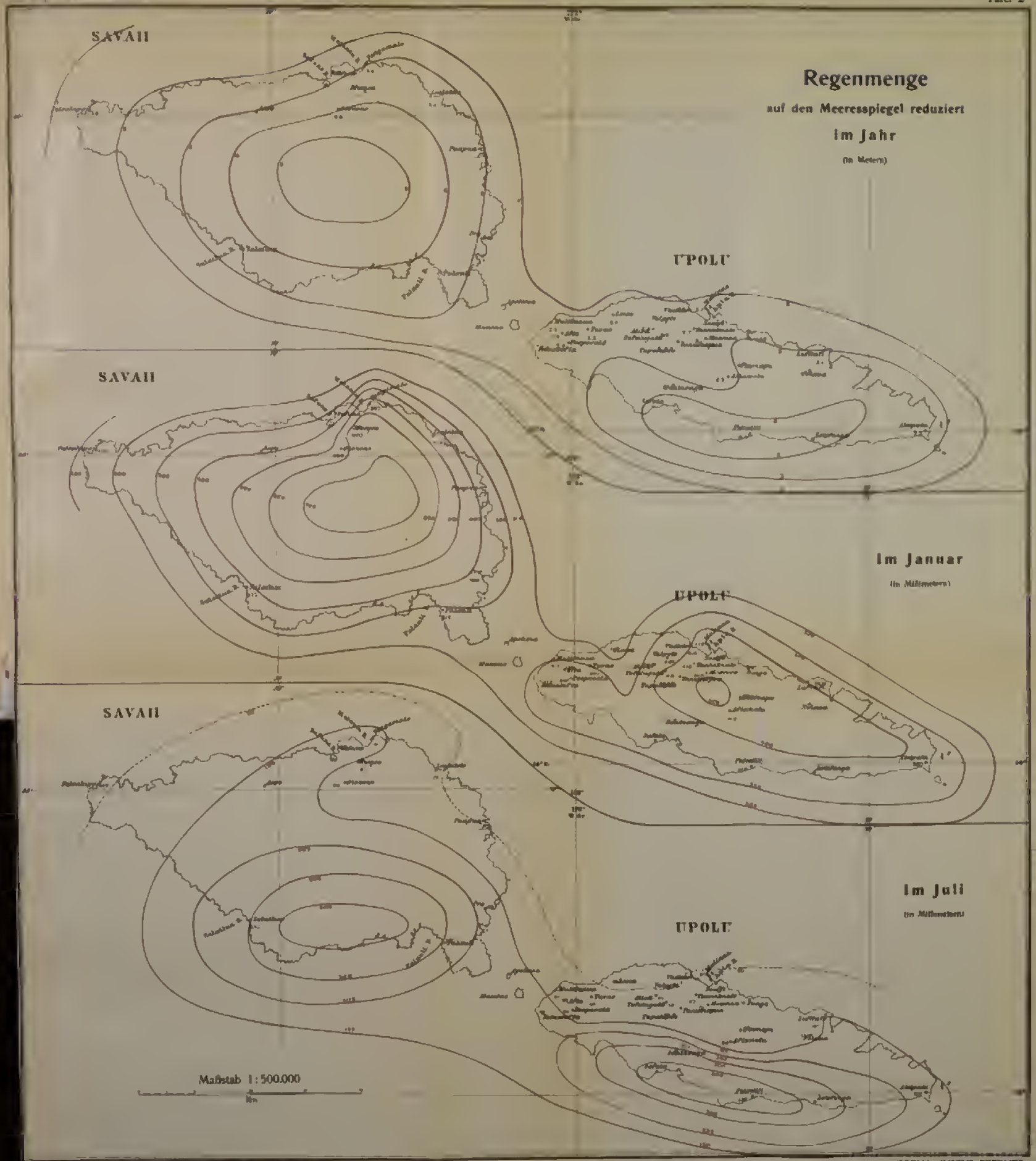
GOTHA. JUSTUS PERTHES

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

Digitized by Google

Abhandl. K. Ges. d. Wiss. zu Göttingen,
Math.-phys. Kl. N. F. Bd. VII, Nr. 4

Regenkarten von Deutsch-Samoa



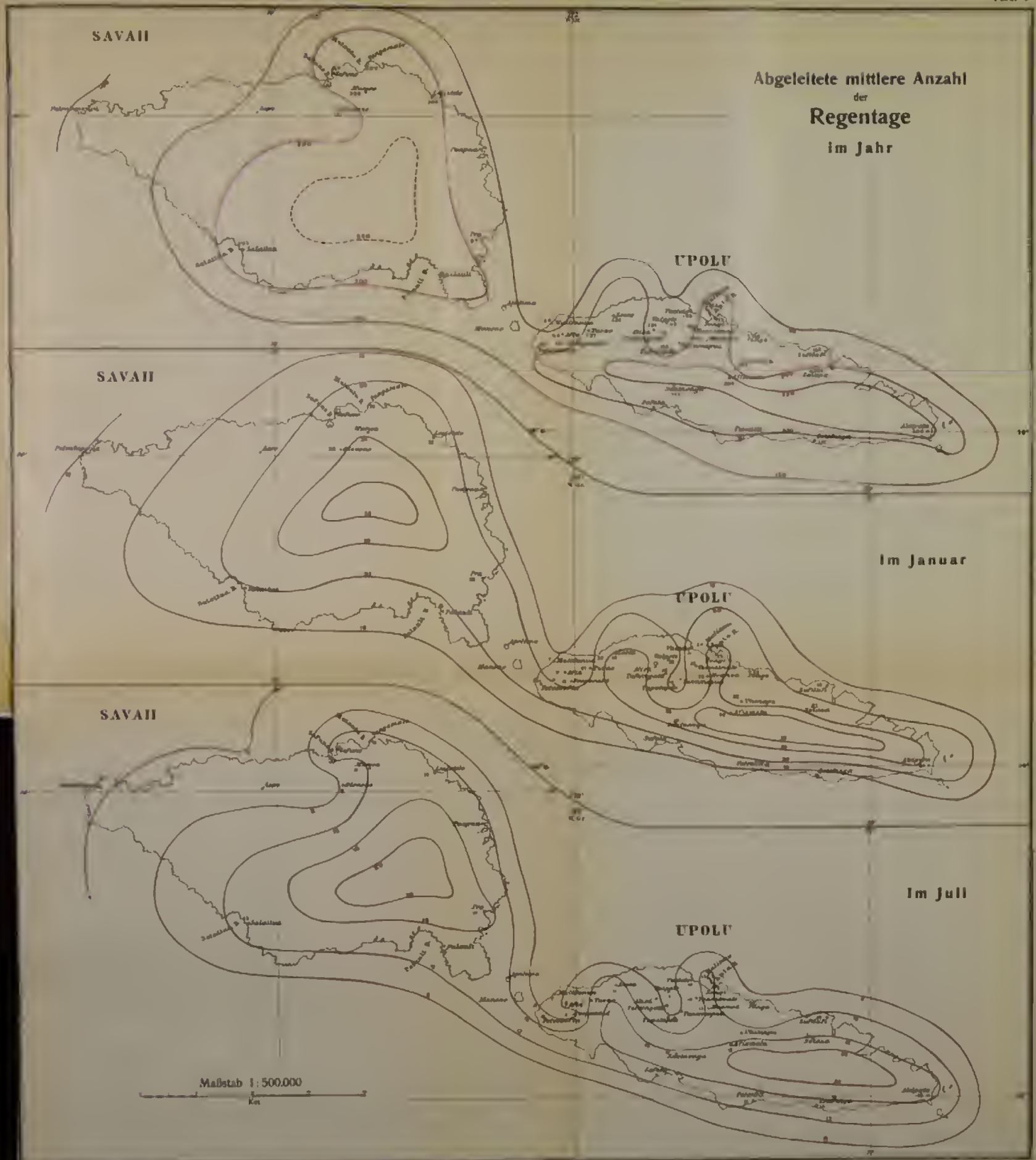
Weidmannsche Buchhandlung, Berlin
GOTHA JUSTUS PERTHES

YORK
C LIBRARY.

Digitized by Google

Abhandl. d. K. Ges. d. Wiss. zu Göttingen,
Math. phys. Kl., N. F., Bd. VII, Nr. 4

Regenkarten von Deutsch-Samoa



Weidmannsche Buchhandlung, Berlin

GOTHA JUSTUS PERTHES

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY.

Digitized by Google

Verlag der Weidmannschen Buchhandlung in Berlin.

ABHANDLUNGEN

DER

KÖNIGLICHEN GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN ZU GÖTTINGEN.

Mathematisch-physikalische Klasse. Neue Folge.

I Bd. No. 1. **Koenen, A. v.**, *Ueber Fossilien der Unteren Kreide am Ufer des Mungo in Kamerun.* Mit 4 Tafeln 4. (48 S.) 1897. 5 M.

Nachtrag dazu. 4. (S. 49—65 mit Tafeln V—VII.) 1898. 3 M.

I. Bd. No 2. **Brendel, Martin**, *Theorie der kleinen Planeten.* Erster Teil. 4. (171 S.) 1898 16 M.

I. Bd. No 3. **Schur, W.**, *Ableitung relativer Oerter des Mondes gegen die Sonne aus heliometrischen Messungen von Sehnenlängen ausgeführt auf der Sternwarte zu Göttingen während der partiellen Sonnenfinsternisse von 1890 Juni 61/17 (Beobachter: Schur, Ambronn u. Hayn) und von 1891 Juni 6 (Beobachter: Schur).* Mit 3 Plänen der Sternwarte nebst Verzeichniss der grösseren Instrumente. 4. (26 S.) 1898. 3 M.

I. Bd. No 4 **Schur, W.**, *Vermessung der beiden Sternhaufen h und x Persei mit dem sechszölligen Heliometer der Sternwarte in Göttingen verbunden mit einer Uebersicht aller bis zum Jahre 1900 ausgeführten Instrumentaluntersuchungen.* Mit einer Sternkarte. 4. (88 S.) 1900. 5 M.

II. Bd. No. 1 **Wiechert, E.**, *Theorie der automatischen Seismographen* 4. (128 S.) 1903. 8 M.

II Bd. No. 2. **Kramer, Julius**, *Theorie der kleinen Planeten. Die Planeten vom Hecuba Typus.* 4 (108 S.) 1902. 15 M.

II. Bd. No 3. **Furtwängler, Ph.**, *Ueber das Reciprocitätsgesetz der l^ten Potenzreste in algebraischen Zahlkörpern, wenn l eine ungerade Primzahl bedeutet.* 4 82 S.) 1902. 6 M.

II. Bd. No 4. **Prasad, G.**, *Constitution of Matter and Analytical Theories of Heat.* 4. (68 S.) 1903. 6 M.

III Bd. No. 1 **Ehlers, E.**, *Neuseeländische Anneliden.* Mit 9 Tafeln. 4. (79 S.) 1904. 10 M.

III. Bd. No. 2. **Koenen, A. v.**, *Ueber die Untere Kreide Helgolands und ihre Ammoniten.* Mit 4 Tafeln. 4. (63 S.) 1904. 4 M.

III. Bd. No. 3. **Schur u. Ambronn**, *Die Messungen des Sonnendurchmessers an dem Repsoldschen Coell. Heliometer der Sternwarte zu Göttingen.* 4. (126 S. u. 2 Taf.) 1905. 12 M.

III. Bd. No. 4. **Brendel, M.**, *Theorie des Mondes.* 4. (97 S.) 1905. 7 M.

III. Bd. No. 5. **Linke, F.**, *Luftelektrische Messungen bei 12 Ballonfahrten.* Mit 4 Tafeln 4. (30 S.) 1904. 6 M.

IV. Bd. No. 1. **Schwarzschild, K.**, *Untersuchungen zur geometrischen Optik.* I. Einleitung in die Fehlertheorie optischer Instrumente auf Grund des Eikonalbegriffs. Mit 6 Fig 4. (31 S.) 1905. 2 M.

IV. Bd. No. 2. **Schwarzschild, K.**, *Untersuchungen zur geometrischen Optik.* II. Theorie der Spiegeltelescope. Mit 9 Fig. 4. (28 S.) 1905. 2 M.

Fortsetzung umstehend.

Verlag der Weidmannschen Buchhandlung in Berlin.

ABHANDLUNGEN
DER
KÖNIGLICHEN GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN ZU GÖTTINGEN.

Mathematisch-physikalische Klasse. Neue Folge.

IV Bd. No 3. **Schwarzschild, K.**, *Untersuchungen zur geometrischen Optik.* III Ueber die astrophotographischen Objektive. Mit 10 Fig. 4 (54 S.) 1905 4 M.

IV Bd. No. 4. **Verworn, M.**, *Die archaeolithische Cultur in den Hipparionschichten von Aurillac (Cantal)* Mit Taf 4. (56 S.) 1905 4 M. 80 Pf.

IV Bd. No. 5. **Meyermann, B.**, *Vermessung der Umgebung des Orionnebels* 4. (47 S.) 1906 3 M. 60 Pf.

V. Bd. No. 1. **Kohlschütter, E.**, *Ergebnisse der Ostafrikanischen Pendelexpedition v. J. 1899 u. 1900.* Mit 16 Tafeln u. 6 Figuren im Text 4. (VIII u. 239 S.) 1907 26 M.

V. Bd. No. 2. **Schwarzschild, K.**, *Ueber die totale Sonnenfinsternis vom 30. August 1905.* Mit 5 Tafeln. 4. (78 S.) 1907 6 M.

V Bd. No. 3. **Kramer, J.**, *Theorie der kleinen Planeten vom Hekubatypus.* 4. (154 S.) 1907 14 M.

V. Bd. No. 4. **Ehlers, E.**, *Neuseeländische Annelida II.* Mit 16 Figuren. 4. (31 S.) 1907 2 M.

V Bd. No. 5. **Gerdien, H.**, *Untersuchungen über die atmosphärischen radioaktiven Induktionen.* Mit 4 Tafeln 4. (74 S.) 1907. 7 M.

VI. Bd. Nr 1. **Pütter, August**, *Studien zur vergleichenden Physiologie des Stoffwechsels.* 4. (79 S.) 1908. 5 M.

VI. Bd. No. 2. **Holm, Ragnar**, *Experimentelle Untersuchungen über die geschichtete positive Glimmlichtsäule, insbesondere über das Schichtenpotential in H, N, He* Mit 3 Tafeln und 6 Figuren im Text 4. (50 S.) 1908. 4 M.

VI. Bd. No. 3. **Bütschli, O.**, *Untersuchungen über organische Kieselgebilde, nebst Untersuchungen über organische Kieselsäure* Mit 4 Tafeln u. 7 Figuren. 4. (IV, 170 S.) 1908.

VI. Bd. No. 4. **Brendel, Martin**, *Die Bahnen der kleinen Planeten.* Erster Teil 4. (VI, 100 S.) 1908.

VI Bd. No 5. **Brendel, Martin**, *Die Bahnen der kleinen Planeten.* Dritter Teil 4. (VI, 100 S.) 1908.

VI. Bd. No. 6. **Schwarzschild, K.**, *Absolute Bestimmung der Grösse der Bahn des Sternes B. D. [illegible] zur Grösse der Bahn der Sonne. Parallaxe des Sternes B. D. [illegible] + 44° Deklination.* Mit 1 Tafel und 1 Figur. Ausgeführt unter Mitwirkung von Br. Meyermann, A. Hollefreund und O. Birck. Mit 1 Tafel und 5 Figuren. 4. (VIII, 100 S.) 1908.

VII Bd. No 1. *Ergebnisse der Arbeiten des Astrophysikalischen Observatoriums der Kgl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.* I. Das Sonnenobservatorium von Herman Wagner. Mit 4 Tafeln. 4. (70 S.) 1908.

VII. Bd. No. 2. *Ergebnisse der Arbeiten des Astrophysikalischen Observatoriums der Kgl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.* II. Photographische Registrierungen der Jahre 1905 und 1906 von Otto Tetens und Franz Linke. Mit 2 Tafeln u. 15 Figuren. 4. (VIII, 89 S.) 1908.

VII. Bd. No. 3. *Ergebnisse der Arbeiten des Astrophysikalischen Observatoriums der Kgl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.* III. Die Eigenbewegungen des Erdbodens und ihre Messung, mit besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendung in der praktischen Astronomie. Von F. Linke. Mit 3 Taf. [illegible]

Druck der Dieterich'schen Univ.-Buchdruckerei (W. [illegible]).

DEC 1 1941

Digitized by Google